

LA INDUSTRIA TEXTIL Y SU CONTROL DE CALIDAD

IV. Tejeduría

Fidel Eduardo
Lockuán Lavado



LA INDUSTRIA TEXTIL
Y SU CONTROL DE CALIDAD

Tejeduría

por

Fidel Eduardo Lockuán Lavado

Segunda revisión (noviembre de 2012)

Nota del autor:

Si vas a imprimir esta obra, no te olvides de esta hoja, pues es la que permite que más gente pueda darle uso.

INTRODUCCIÓN

La información que tienes *no es la que quieres.*

La información que quieres *no es la que necesitas.*

La información que necesitas *no la puedes obtener*.

La información que puedes obtener *cuesta más de lo que estás dispuesto a pagar*.

Leyes de la información de Finagle

Esta serie de siete libros es el compendio de tomar notas durante tres años como estudiante, catorce como trabajador de fábrica y cuatro como técnico docente. En este lapso de tiempo noté la conveniencia de que todos los estudiantes (y los que ya no lo eran) pudieran tener la misma información textil básica, pero mucha de ésta se encontraba dispersa en múltiples documentos y en algunos casos, en inglés, restringiendo el acceso a su valioso contenido.

Los conceptos y principios generales casi siempre son los mismos, así que no los estoy descubriendo, solo ayudo en darlos a conocer, porque si el conocimiento no se comparte, entonces se pierde.

Quiero que esta obra sea de distribución gratuita y libre, con licencia *copyleft*. Te cedo el derecho de reproducirla y copiarla, con la única prohibición de darle un uso comercial (no la vendas), pues el afán lucrativo siempre ha impedido el verdadero *desarrollo*.

Por último, pido disculpas por el contenido incompleto, errores y omisiones.

El autor

CONTENIDO

LAS TELAS

¿Qué se entiende por tela?

Según el DRAE, esta palabra tiene hasta 15 acepciones (Vigésima segunda edición), a continuación mostramos las tres primeras:

1. f. *Obra hecha de muchos hilos, que, entrecruzados alternativa y regularmente en toda su longitud, forman como una lámina. Se usa especialmente hablando de la obra tejida en el telar*.
2. f. *Obra semejante a esa, pero formada por series alineadas de puntos o lazadas hechas con un mismo hilo, especialmente la tela de punto elástico tejida a máquina*.
3. f. *Material que se pone de una vez en el telar*.

En un sentido más amplio, una tela es una estructura laminar flexible, resultante de la unión de hilos o fibras de manera coherente al entrelazarlos o al unirlos por otros medios. A la industria que fabrica telas tejidas a partir de hilos se le llama en general tejeduría.

CLASIFICACIÓN DE LAS TELAS

Una primera clasificación de las estructuras laminares flexibles puede ser la siguiente:

I. NO TEJIDOS

(En inglés, *nonwovens*). Para su elaboración no se requiere de hilos. La ASTM propone el término *no tejido* para designar a las láminas flexibles a base de materias textiles obtenidas por una consolidación de las mismas, que es realizada mecánicamente, con productos adhesivos, por disolución, por fusión o por una combinación de estos procedimientos.

Se subdividen a su vez en:

1.1 Películas

Formadas a partir de soluciones químicas, como el hule, bolsas plásticas, cortinas de baño, etc.

1.2 Espumas

Parecidas a las películas, con el agregado de partículas de aire, lo que genera una gran porosidad del material y bajo peso por volumen. Entre éstas tenemos al *dunlopillo* y al *corrospum*.

1.3 Fieltros o aglomerados

Formadas con fibras de diverso tipo, generalmente viscosa, poliéster y polipropileno. Gracias a su alta absorbancia son empleados extensamente en paños de limpieza, por ejemplo.

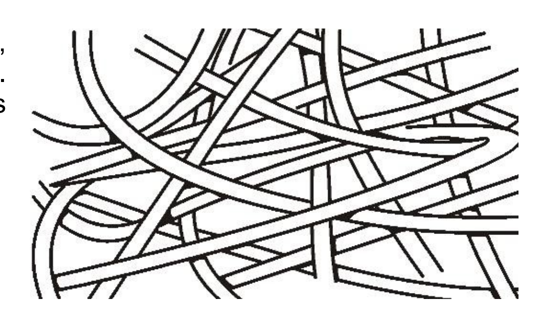


Fig. 1 No tejido compuesto de fibras (fieltro)

II. TEJIDOS

Desde el punto de vista de la forma como se forman los tejidos, éstos se clasifican en 5 grupos principales:

2.1 Tejidos planos o de calada

Están formados por dos series de elementos:

- la urdimbre, a lo largo (hilos), y
- la trama, en el ancho (pasadas)

Las ondulaciones de un hilo se hacen siempre en un solo plano, o sea, de manera rectilínea. El cruzamiento de los hilos se hace siempre con la trama que pasa por encima o por debajo de los hilos de urdimbre.

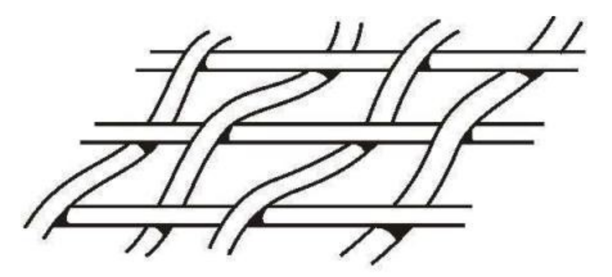


Fig. 2 Tejido de calada

2.2 Géneros de punto

Están formados por una sola serie de elemento, que se entrelaza consigo mismo. El entrelazamiento de un género de punto se llama malla y se hace siempre de una manera curva, dándole al tejido una gran elasticidad, por lo que se utiliza para tejidos que pueden llevarse ceñidos al cuerpo.

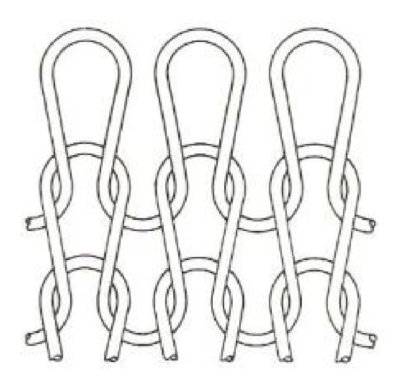


Fig. 3 Género de punto

2.3 Gasas de vuelta

Generalmente están formados por dos series de urdimbre, que además del cruzamiento que tienen con la trama (cruzamiento rectilíneo), se cruzan entre sí, alternativamente, a la izquierda y a la derecha (cruzamiento curvilíneo), impidiendo de esta manera que las pasadas se junten.

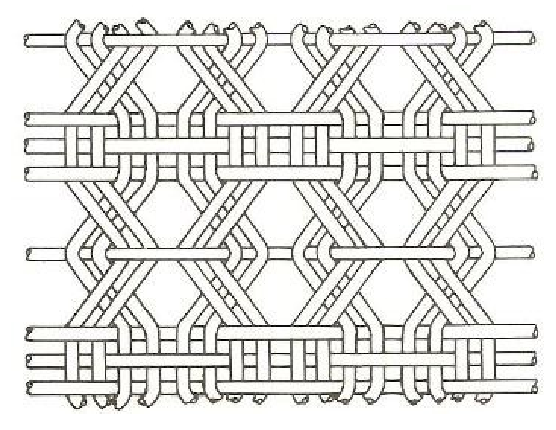


Fig. 4 Gasa de vuelta

2.4 Trenzas

Están constituidas por una sola serie de elementos, que se cruzan ondulando, de izquierda a derecha, viceversa.

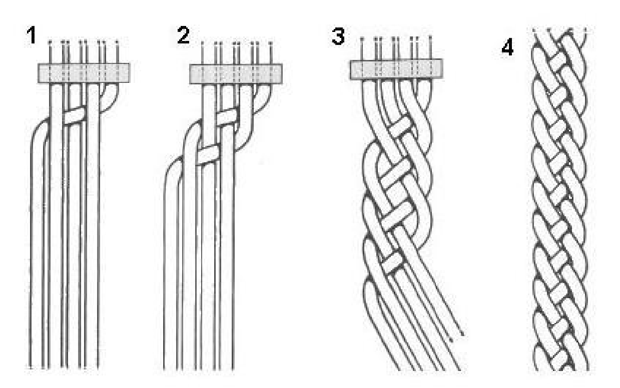


Fig. 5 Tejido trenzado

2.5 Red

Se realizan cuando los hilos al cruzarse forman nudos, los que impiden su deslizamiento. Puede fabricarse incluso con solo hilo.

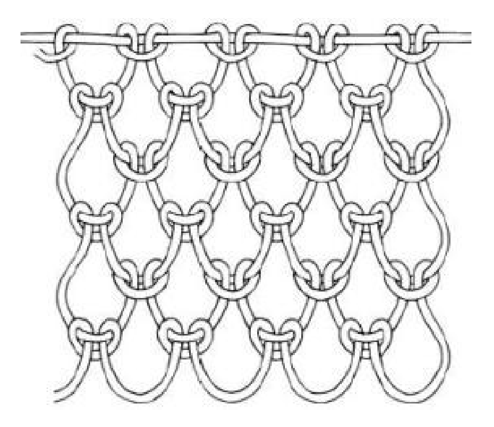


Fig. 6 Tejido anudado (red)

2.6 Triaxilaes

Donde se requieren tres series de hilos que se cruzan en ángulos de 60º. Presentan una mayor estabilidad al sesgo que los tejidos de calada, dado que siempre hay una serie de hilos que soportan el esfuerzo.

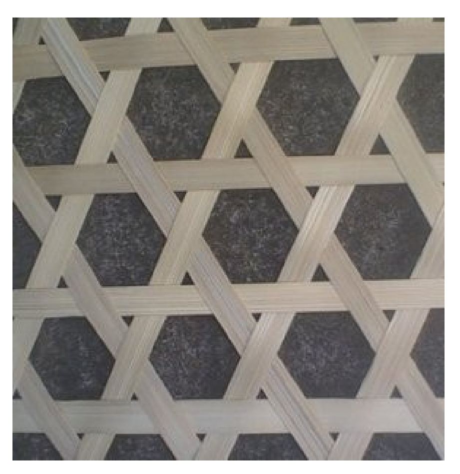


Fig. 7 Tejido triaxial

Todos estos 6 tipos de tejidos pueden realizarse de forma manual, aunque las máquinas para elaborarlos son diferentes, o ligeramente diferentes.

LA TEJEDURÍA DE CALADA

PREPARACIÓN A LA TEJEDURÍA DE CALADA

Los hilos de urdimbre requieren recibir procesos previos a la tejeduría, éstos son:

- El urdido
- El engomado
- El remetido

URDIDO

Consiste en colocar la urdimbre en un formato cilíndrico (rollo), con los hilos paralelos y con una longitud mayor al del metraje del tejido, según la contracción que éstos reciban en el telar.

La operación se realiza en las máquinas **urdidoras** y éstas pueden ser de dos tipos:

- **Urdidora directa**

  Empleada cuando los hilos de urdimbre tiene las mismas características. La urdimbre pasa de la fileta al rollo, que contiene una fracción del total de hilos que se requiere en el tejido.



Fig. 8 Vista de una urdidora directa

- **Urdidora indirecta** o **seccional**

  Usada cuando se requiere trabajar hilos de urdimbre con diferentes características, por lo que es necesario que el orden de los mismos no se altere. La urdimbre se deposita primero sobre un tambor, formando grupos (cintas), luego, cuando se completa el número de hilos para el tejido, se pliega recién sobre el rollo

Las diferencias entre el urdido directo y el urdido indirecto se pueden resumir en el siguiente cuadro:

URDIDO DIRECTO	URDIDO SECCIONAL
• Los hilos de urdimbre se enrollan en varios cilindros (plegadores) y luego éstos se reúnen en un solo plegador (que irá montado en el telar) ya sea en la engomadora o en la reunidora.	• Los hilos de urdimbre se enrollan en un solo cilindro o plegador y luego éste se monta en el telar.
• Emplea para urdimbres de gran longitud y de un solo color	• Mayormente empleado para urdimbres listadas
• La velocidad generalmente es mayor	• La velocidad de la máquina es más reducida.
• La fileta es de mayor tamaño, permite más capacidad de conos en ésta.	• Por trabajar con cintas de colores, el castillo o fileta es más reducido.
• Los hilos de urdimbre que provienen de la fileta se depositan directamente en los cilindros plegadores.	• Los hilos de urdimbre, agrupados en cintas, se depositan primero sobre un gran tambor o bota, al completar el número total de hilos sobre éste, recién se transfieren al plegador de urdimbre.

ENGOMADO

Introducción

Durante la hilatura, se procura paralelizar la fibras, manteniéndolas unidas por medio de la torsión, pero esta unión no se consigue al 100%, lo que ocasiona la presencia de fibras flotantes (pilosidad). Asimismo, una torsión elevada disminuye la elasticidad del hilo y puede ocasionar rompimientos al tejer, para mejorar estas dos condiciones del hilo se aplica la goma, la cual aumenta la resistencia y disminuyen las fibras flotantes del hilo, causando así una disminución de la fricción hilo a hilo al tejer y aumentando la eficiencia del telar.

Durante el tisaje (tejeduría de calada), los hilos de la urdimbre están sujetos a esfuerzos de tracción, flexión y abrasión, por diferentes elementos y órganos del telar. Necesariamente, en la formación correcta de la calada y el ligamento, los hilos tienen que estar tensados.

Observa la figura 9: al desenrollarse del plegador de urdimbre A, los hilos pasan primero por el rodillo guía-hilo B. Según el tipo y funcionamiento del rodillo, los hilos sufren alguna fricción, pero ésta no es significativa.

Luego, pasan por la zona de las horquillas del mecanismo paraurdimbre, donde cada hilo pasa por una horquilla. En esta zona, los hilos sufren alguna fricción, aunque ligera, contra las horquillas metálicas.

De las horquillas, los hilos pasan a la zona de los cuadros y lizos. Cada hilo pasa por el ojal de un lizo metálico. La longitud de esta zona, es decir, la distancia que recorren los hilos para atravesarlo, varía desde unos 6 cm hasta unos 30 cm, según sea la cantidad de cuadros. Los hilos tensados sufren en esta zona los bruscos movimientos de los lizos – necesarios para la formación de la calada –, el roce con el ojal de su lizo y el roce con los lizos adyacentes.

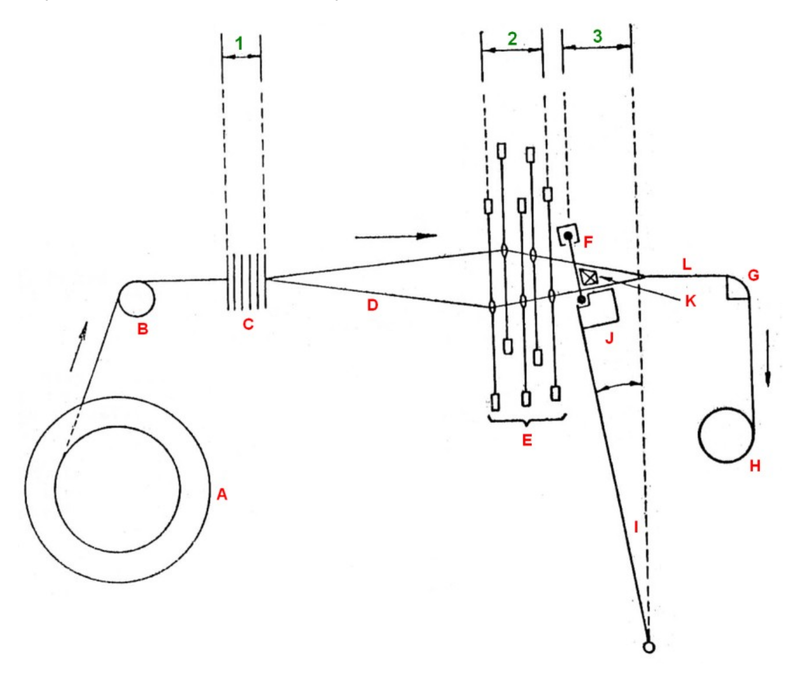


Fig. 9 Vista lateral del flujo de la urdimbre en el telar

Leyenda:

1ra zona de fricción (horquillas)

2da zona de fricción (cuadros y lizos)

3ra zona de fricción (peine)

A. Rollo de hilo de urdimbre

B. Rodillo guía – hilo

C. Horquillas del mecanismo paraurdimbre

D. Hilos de la urdimbre

E. Cuadros y lizos

F. Peine

G. Antepecho del telar

H. Rollo de tejido
I. Espada o soporte del batán
J. Batan y pista
K. Elemento de inserción
L. Tejido

CONCEPTO

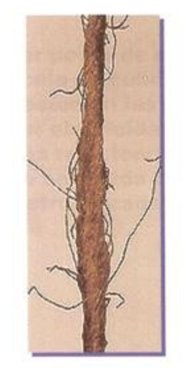
El engomado consiste en recubrir los hilos de la urdimbre con un agente adecuado y se lleva a cabo sumergiéndolos en una artesa o recipiente que lo contiene. Él encolante se deja secar en el hilo, donde permanece hasta que es eliminado en operaciones posteriores en la planta de tintorería (desengomado).

El objetivo de este proceso es proteger la urdimbre de las fuerzas de tracción, flexión y abrasión que sufre en el telar, aumentado su resistencia y reduciendo la pilosidad, para reducir al mínimo sus roturas, que originan pérdidas de producción, baja calidad y aumento de la carga de trabajo de los operarios.

Como resultado del engomado, el tejido puede contener compuestos de encolado equivalentes a un 15 por ciento de su peso.

Hilo Open-End

Sin Goma



Con Goma



Fig. 10

CONSIDERACIONES PARA EL ENGOMADO



Fig. 11 Salida de una engomadora, con el plegador de hilos de urdimbre ya engomados y secos

Para una adecuada selección del tipo de mezcla de la goma, su aplicación en la máquina **engomadora** y el porcentaje de goma a ser aplicada, la construcción o especificación del tejido juega un papel importante, que es independiente de las exigencias del telar. La relación de los principales factores es:

a) Materia prima

En muchos casos, es necesario variar los ingredientes de la mezcla de goma, según la materia prima del hilo. El rango de ingredientes disponibles, tanto naturales como sintéticos, es muy amplio y se tiene que seleccionar ingredientes para la mezcla de goma que sean apropiados y

compatibles con el material de la urdimbre; ingredientes que sean apropiados para engomar algodón, pueden no serlo para rayón acetato, por ejemplo.

b) Título o número del hilo

A veces, es necesario alterar las proporciones de la mezcla de goma (incluso hasta los ingredientes), para compensar las diferencias en las propiedades o capacidades de absorción de hilos de diferente grosor. En general, los hilos finos requieren un menor porcentaje de goma que los hilos gruesos, dada la misma densidad de hilos. Por otro lado, a más densidad de hilos se necesita más porcentaje de goma, sea para hilo fino o hilo grueso.

c) Hilo simple o hilo retorcido

El hilo retorcido, por ejemplo: el Ne 30/2, es casi siempre más regular, fuerte y resistente a la abrasión; por tanto, para obtener un buen grado de tejibilidad no requiere el mismo porcentaje de goma que un hilo simple del mismo número o título equivalente (Ne 15).

d) Cantidad de torsiones del hilo de urdimbre

La torsión del hilo influye en la selección y aplicación de la mezcla de goma; primeramente, porque a menor cantidad de torsiones por unidad lineal del hilo, menor resistencia tiene el hilo a la fricción, la flexión y la tracción en el telar.

Además el hilo cuyas, fibras sean menos torcidas entre sí, permite mayor penetración de goma entre las fibras de las capas superiores.

e) Densidad de los hilos de urdimbre

La densidad de los hilos de la urdimbre es, realmente, uno de los factores principales del engomado. La urdimbre que tenga una alta densidad de hilos por cm o pulgada, cerca al límite que es físicamente posible tejer, requiere un óptimo engomado para proporcionar las cualidades capaces de resistir el alto grado de rozamiento y fricción que la alta densidad origina entre los hilos vecinos, las horquillas, los lizos y el peine.

La alta densidad de hilos tiene un efecto multiplicador adverso: no sólo hay menos espacio entre sí, y así menos libertad de movimiento, sino que tiene que haber más horquillas, más lizos y, por lo general, más laminillas por unidad lineal de ancho en el peine. Todo esto origina un alto grado de rozamiento y fricción entre los hilos y los elementos mencionados, de manera que con un buen engomado pueden los hilos de urdimbre resistir sin un alto índice de roturas.

f) Densidad de los hilos de trama

Es, sin duda alguna, otro de los factores principales en cuanto a la tejibilidad de la urdimbre se refiere. La densidad de las pasadas de trama por unidad lineal del tejido determina la velocidad del pase de los hilos a través de las zonas de fricción etc., del telar, ya que la velocidad del telar es constante.

En términos simples, como cada vez que se inserta una pasada de trama los hilos de la urdimbre sufren el movimiento de los lizos, peine, etc., en total, sufren más o menos, según las pasadas insertadas por unidad lineal de tejido. Como ejemplo, sin tomar en cuenta otros factores, la urdimbre de un tejido, con 12 pasadas/cm, sufriría mucho menos que la urdimbre de un tejido con 22 pasadas/cm, y el engomado de esta última tendría que ser mejor, para darle mayor resistencia a las fricciones, flexiones, etc. en el telar.

g) Factor de cobertura de la trama

A medida que el factor de cobertura de la trama se acerca al máximo, es cada vez más difícil abatanar y compactar las pasadas, para lograr la densidad de pasadas deseada. Para lograrla, en muchos casos es necesario aumentar la tensión de la urdimbre y adelantar la sincronización del movimiento de la calada. Desafortunadamente, esto aumenta considerablemente los esfuerzos que sufren los hilos de urdimbre, al producirse el batanado o ajustado de las pasadas al remate del tejido.

h) El ligamento

Según el ligamento o dibujo, los hilos de la urdimbre son elevados o bajados, una cantidad mayor o menor de veces, por cada serie de pasadas de trama (rapport).

Cuanto mayor sea la cantidad de movimientos, tanto mayor es el rozamiento, etc., de los hilos entre sí y con los lizos, peine, etc.

i) Consideraciones de los procesos de teñido y acabado

Estas consideraciones no tienen que ver con la resistencia a la rotura y tejido de la urdimbre. Sin embargo, los ingredientes de la mezcla de goma deben seleccionarse tomando en cuenta los procesos posteriores a la tejeduría para que su remoción no sea ni difícil ni costosa. También hay que tener cuidado de que no exista compatibilidad entre los ingredientes de la mezcla de goma y los que se emplean en los procesos de acabado, teñido, etc., además de lograr un buen nivel de resistencia y tejibilidad de la urdimbre.

j) Condiciones ambientales

En algunas fábricas, en las que no existe un adecuado control de las condiciones atmosféricas, puede haber temperaturas muy altas, muy bajas o muy variables, según la estación. También puede haber condiciones ambientales muy secas o muy húmedas. La mayoría de las fibras textiles naturales son higroscópicas, en mayor o menor grado, y su contenido de humedad varía con las condiciones ambientales en las que se encuentran almacenadas.

Teniendo en mente estos factores, se formulan las respectivas indicaciones de:

- Número de cajas de goma, determinado por el número de hilos de urdimbre
- Temperatura de los secadores
- Porcentaje de la goma sobre del hilo
- Humedad final con que debe salir el hilo
- Estiraje ideal o permitido
- Presión de cilindros escurridores
- Viscosidad de la goma
- Refracción de la goma

INGREDIENTES PARA EL ENGOMADO

Podemos definir un producto encolante para urdimbre, como aquel capaz de adherirse a las fibras formando una película que sea a la vez resistente a la tracción, que sea flexible y a la vez elástica, con cierta resistencia a la abrasión, que resista bien el almacenaje y que permita ser eliminado fácilmente cuando parezca oportuno.

Como todas estas propiedades las pedimos para fibras tan variadas como son las celulosas, las proteínicas y las sintéticas, es difícil encontrar un producto único que sea de amplio espectro y de buena respuesta en todos los casos. Es por ello que existe una multitud de productos en el mercado, cada uno con una cierta especialización para determinadas fibras.

Estos productos puros deben acompañarse de aditivos que mejoran alguna de las propiedades antes enunciadas. Estos aditivos mejoran ya sea la penetración de la cola en los espacios entre fibra, la higroscopicidad de la misma, etc.

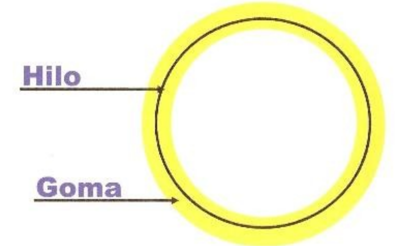


Fig. 12

ENCOLANTE (GOMA BASE)

1. COLAS NATURALES

1.1 Colas de fécula o de almidón

Su origen está en los vegetales, que lo sintetizan mediante el dióxido de carbono de la atmósfera y el agua, actuando la clorofila como catalizador. Se halla pues almacenado en los granos de los cereales o en los tubérculos.

Para usarse en el engomado, necesitan de un agente desintegrador y de una autoclave para su cocción. Durante ésta, los granos se agrandan y se dispersan formando una solución coloidal llamada engrudo, que es de gran viscosidad a temperatura ambiente. Para una misma concentración en el baño, la viscosidad decrece enormemente con el aumento de temperatura. Ésta es la explicación de la necesidad de usarlas en caliente y las pasteras de encolado trabajan con estas colas por encima de 80º C, dicha temperatura debe mantenerse lo más uniforme posible para no variar la penetración de la misma en el hilo y el arrastre de la misma.

1.2 Colas de almidón o fécula modificados

Para corregir los problemas de los productos naturales, sobre todo en el poder mantener la viscosidad en el tiempo, los fabricantes de productos encolantes ofrecen colas naturales modificadas. Dicha modificación puede ser:

Separando la amilosa de la amilopectina y mezclándolas de nuevo en proporciones distintas a la del almidón. Se aumenta el porcentaje de amilopectina con lo cual se consigue una mayor estabilidad de las soluciones y que una cola preparada pueda ser usada al día siguiente sin pérdida apreciable del valor refractómetro.

Otro tipo de modificación muy conocida es la sustitución en forma de éster. Ligeramente más caros, no precisan del agente desintegrador nidal (desengomado enzimático). Son muy superiores en solubilidad, de menor viscosidad y con formación de película más resistente. También en este caso se ayuda a la película para que no se rompa sobre el hilo con algún suavizante de superficie.

1.3 Colas de celulosa

Son moléculas afines a la celulosa pero con mayor facilidad de eliminación cuando se desea.

El proceso de obtención de las mismas es el siguiente: se impregna la pasta de la madera con hidróxido sódico (NaOH) y se forma el álcali-celulosa. A continuación puede ser tratada ya sea con cloruro de metilo, obteniéndose la metilcelulosa (MC), ya sea con ácido monoclorocético, obteniéndose la carboximetilcelulosa (CMC) o con óxido de etileno, con lo que se obtiene la hidroxietilcelulosa (HEC).

De todos ellos el más conocido es el carboximetilcelulosa de sodio. Los productos agrupados en estas siglas presentan muchas ventajas respecto a las otras colas naturales que se pueden resumir en: Poseen una excelente capacidad formadora de película, gran

adherencia con las fibras, la película es elástica sin la necesidad de productos grasos adicionales, puede tejerse con menor humedad ambiental, se conserva sin perder viscosidad y contamina en menor proporción.

1.4 Colas de albúmina

Se obtiene por hidrólisis de los huesos y de las pieles de los animales. Según su procedencia, las viscosidades pueden ser muy distintas y variar de lote a lote. Para aumentar la flexibilidad y para evitar que los hilos se peguen entre sí, se le añade normalmente un producto sulfonado oleico o glicerina.

2. COLAS SINTÉTICAS

2.1 Alcohol polivinílico (PVA)

El polivinil alcohol se obtiene saponificando el acetato de polivinilo. Esta saponificación puede ser parcial y en este caso el polialcohol presenta algunos grupos acetílicos y los totalmente saponificados no presentan tendencia a la fermentación ni al enmohecimiento.

En el mercado existen productos de PVA de alta, media y baja viscosidad. Los de alta sólo se recomiendan en el caso de trabajar con soluciones muy diluidas como es el caso de los multifilamentos o en hilados en que la máquina de encolar trabaja a baja presión de escurrido.

2.2 Ácido poliacrílico

Las colas de ácido poliacrílico se obtienen por polimerización del ácido acrílico. Ésta se lleva a cabo con adición de persulfato sódico y bisulfato sódico. Se necesitan productos que controlen la longitud de la cadena polimerizada.

Se usa principalmente para el encolado del nylon con la que presenta muy buena adherencia. Es muy sensible a la humedad ambiental y sobre todo a los cambios en ella. En el caso de tejerse en una sala con humedad excesiva deja un residuo pastoso que dificulta el tisaje. Este hecho impide su uso en las máquinas de tejer por chorro de agua. En el caso de cumplirse las condiciones de humedad ambiental relativamente baja, su aplicación es muy simple, a cualquier temperatura y además es de fácil remoción.

2.3 Colas polímeras acrílicas

Estos polímeros sintéticos se forman combinando las propiedades formadoras de película y grado de adhesividad de algunos productos vinílicos con otros productos solubilizantes. Se obtienen mezclando diversos productos como son: acrilatos de metilo, de etilo y de butilo, polimerizándolos conjuntamente y reuniéndose con ácido poliacrílico.

Las propiedades que con ello se obtiene se pueden resumir en: gran fuerza adhesiva con las fibras sintéticas, película resistente y a la vez elástica. Posteriormente presenta una facilidad para el descrudado, no son tan sensibles a las diferencias de humedad ambiental.

2.4 Resinas de poliéster

Son resinas solubles en función de su temperatura. Se fabrican de manera que a 80º C se diluyan relativamente bien y en cambio son solubles muy lentamente a temperatura ambiente. Las propiedades de las mismas son: una gran adherencia, flexibilidad y resistencia. Su aplicación principal se halla en los multifilamentos de poliéster.

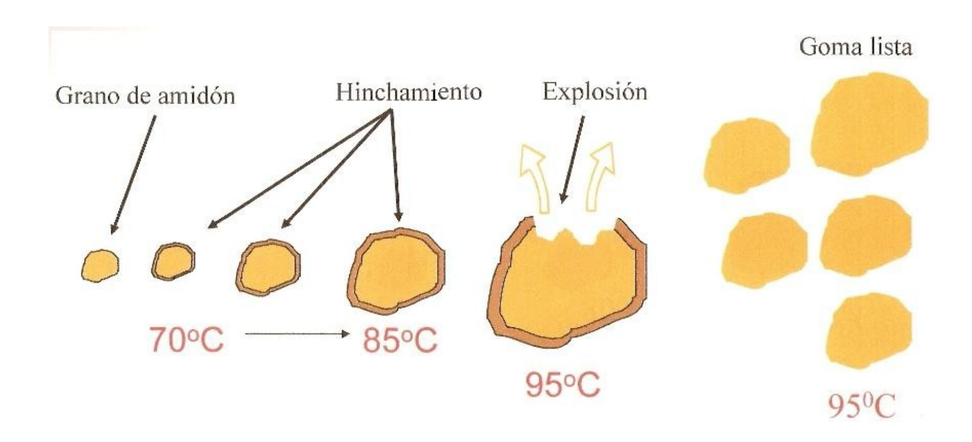


Fig. 13 Retrogradación del almidón

En la actualidad hay una tendencia de las casas de productos químicos de ofrecer preparados listos para ser usados como encolantes, ya sea de fibras únicas, ya sea para hilos de mezcla de fibras. En general dichas mezclas se componen de una base de encolante sintético mezclado con un encolante natural o con otros sintéticos, o bien es una mezcla de productos naturales.

ADITIVOS

Debido al gran número de propiedades que se desea que tenga el producto encolante y ante la imposibilidad de que alguna de ellas la presente de manera natural, se comercializan en el mercado una serie de productos ya sea para adicionar en la fórmula de engomado, o para añadirlo posteriormente a la operación de secado.

Los usados en la fórmula de la cola son principalmente cuatro:

- **Humectantes.** Ayudan a la penetración de la cola en los espacios entre las fibras de los hilos. La presencia de estos aditivos es necesaria en los hilos muy torcidos o en máquinas de gran velocidad. Su presencia debe ser la justa para que un porcentaje de cola se conserve en las zonas exteriores del hilo (para que en su superficie se peguen los extremos libres de las fibras flotantes) y sólo un ligero porcentaje penetre en el interior. Algunos espacios libres entre fibras en el núcleo del hilo son necesarias para mantener la flexibilidad del mismo.

- **Antiespumantes.** Son productos que adicionados en pequeña proporción a una formulación de cola evitan la formación de burbujas de aire en la mezcla. Esta formación de burbujas es más probable cuanto mayor sea la velocidad de encolado y mayor sea la presión de escurrido.

- **Antifermento.** Evitan la putrefacción prematura de la cola. No son productos necesarios en todas las industrias, sino sólo en aquellas en que, ya sea en el agua industrial que usan o por falta de limpieza en sus instalaciones, presentan este problema.

- **Higroscópicas.** Serán usadas como aditivo en aquellas formulaciones destinadas a urdimbres como el rayón viscosa, que necesita unas condiciones que no sobrepasen el 60% de humedad relativa y urdimbres de algodón y mezclas que necesitan valores mayores. En este caso se adiciona un aditivo higroscópico a la formulación para el algodón.

Los aditivos usados posteriormente al engomado y secado son:

- **Suavizantes.** Tienen por misión el suavizar la capa externa del hilo y ayudar a la disminución del efecto de rozamiento en la operación de tisaje. Su aplicación es posterior a la cola para evitar lubricar las fibras del hilo durante la impregnación de la goma, pues perjudicaría la adherencia de la misma.

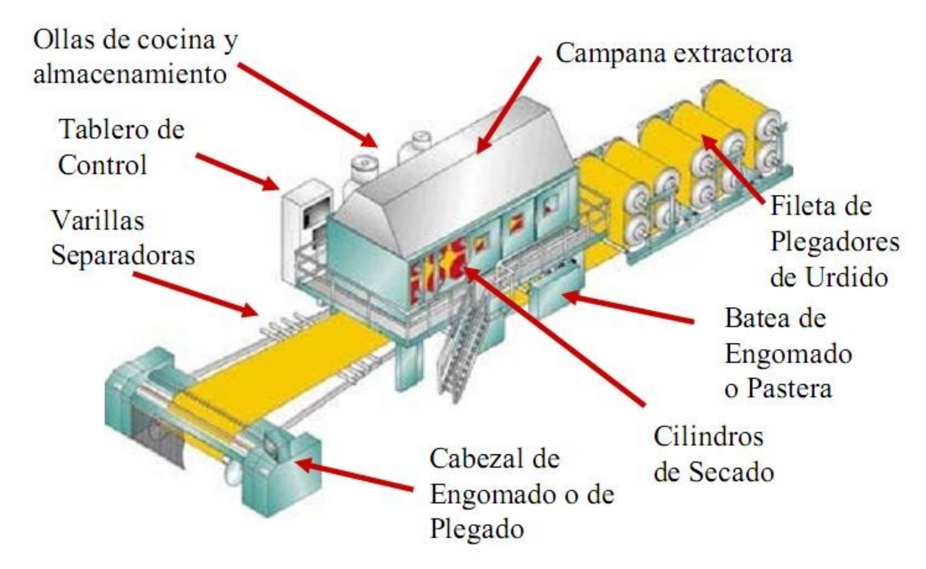


Fig. 14 Partes de la máquina engomadora

CONTROL DE CALIDAD DEL ENGOMADO

Las pruebas de engomado a realizar para el correcto engomado son:

- **Prueba de viscosidad**

  Se utiliza la copa Zahn (fig. 15) y un cronómetro y se compara esta viscosidad con los estándares establecidos por lotes anteriores.

- **Prueba de porcentaje de sólidos**

  Para este análisis se utiliza el refractómetro (fig. 16) el cual mide el porcentaje de sólidos en una gota de goma preparada y se compara con los estándares.

  Los refractómetros son instrumentos que miden el índice de refracción (propiedad física fundamental de cualquier sustancia) de una muestra para, por ejemplo, conocer su composición o pureza.

- **Prueba de porcentaje de goma**

  Esta prueba consiste en determinar la cantidad de goma se ha impregnado en el hilo. El ratio para este procedimiento sería qué porcentaje en peso ha aumentado el hilo engomado en relación al hilo sin goma, de esta relación obtenemos el porcentaje de goma.

  El procedimiento para determinar el porcentaje de goma en la urdimbre es el siguiente:

  - Sacar muestra de hilos a la salida de la engomadora
  - Acondicionar la muestra en condiciones normales
  - Pesar la muestra en una balanza de precisión, registrar el peso

- Retirar la goma de la muestra [1]
- Enjuagar, exprimir y secar la muestra en una estufa. Es importante no desechar ningún hilo, pues arrojaría resultados erróneos.
- Acondicionar bajo condiciones normales.
- Pesar la muestra de hilos sin goma
- Calcular el porcentaje de goma, de acuerdo a la fórmula:

$$Porcentaje\ de\ goma = \frac{Peso\ del\ hilo\ con\ goma - Peso\ del\ hilo\ \sin\ goma}{Peso\ del\ hilo\ \sin\ goma} \cdot 100$$

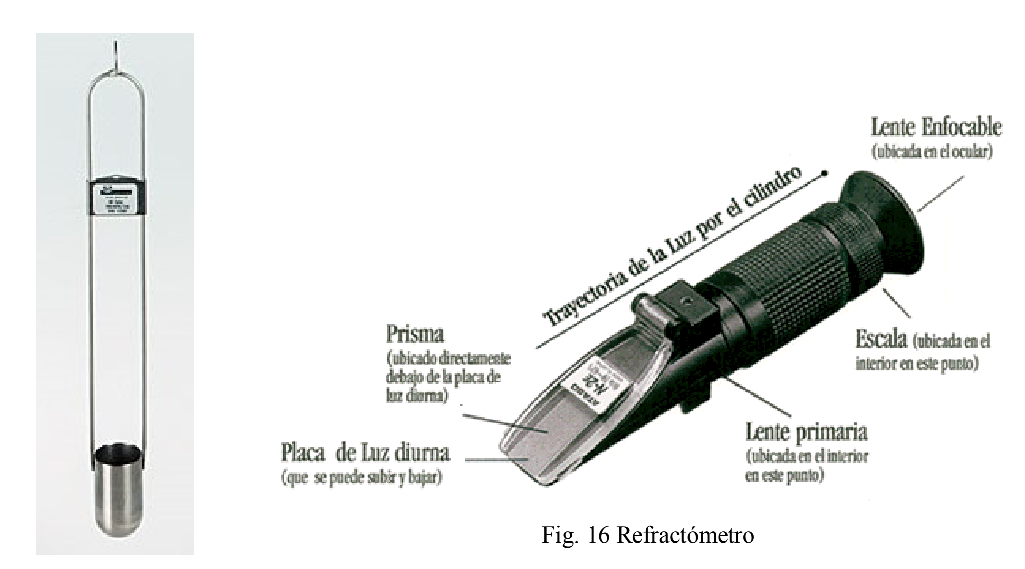


Fig. 16 Refractómetro

Fig. 15 Copa Zahn

REMETIDO

Llamado también *pasadura*, es un conjunto de operaciones que consisten en pasar los hilos de urdimbre a través de los elementos del telar, así tenemos:

- el pase del hilo a través del ojal de los lizos
- el pase del hilo a través de los dientes del peine
- el colocado de las horquillas, u *horquillado*.

[1] El retiro de la goma en la urdimbre se realiza de acuerdo a la sustancia engomante, en algunos casos basta con enjuagues de agua a 70º C y en otros se necesitan enzimas.

TEJIDO DE CALADA (TEJIDO PLANO)

El tejido de calada es el que resulta del cruzamiento entre dos series perpendiculares de hilos:

- La serie vertical se la denomina **urdimbre** y a cada elemento de ésta **hilo**. El ancho de la totalidad de la urdimbre forma el ancho del tejido.
- La serie horizontal es la **trama**, y a cada elemento de ésta se le llama **pasada**. Las pasadas son introducidas dentro de la urdimbre y en su totalidad forman el largo del tejido.

El cruzamiento de la urdimbre y la trama sigue un orden preestablecido con anterioridad, según el diseño o dibujo deseado.

Casi todos los tejidos que se conocen en la actualidad fueron realizados ya por los tejedores primitivos.



Fig. 17

CLASIFICACIÓN

Atendiendo a los elementos que los componen y a la manera de ser fabricados o acabados, los tejidos pueden clasificarse de la siguiente manera:

1. **Simples**

   Son tejidos formados por dos series de elementos, es decir, una urdimbre y una trama

2. **Compuestos**

   Son tejidos que presentan más de dos series de elementos, por ejemplo:

   - Tejidos a dos caras (2 urdimbres y una trama ó 2 tramas y una urdimbre)
   - Tejidos múltiples, como:
     - Dobles telas (2 urdimbre y 2 tramas)
     - Triples telas (3 urdimbres y 3 tramas)
   - Tejidos mixtos (compuestos de dos o más de los tejidos anteriores)

3. **Especiales**

   Son tejidos que requieren mecanismos, disposiciones u operaciones especiales para ser fabricados o acabados.

EL TELAR

El tejido se lleva a cabo en una máquina llamada **telar** y a esta operación se le conoce como **tisaje**.

Los hilos de urdimbre pasan por los lizos que están contenidos en unos marcos llamados cuadros. Al levantar un cuadro arrastra consigo los hilos pasados por sus lizos.

El número de cuadros depende del rapport de ligamento a tejer. Los hilos pasan por los lizos de los cuadros según un orden establecido de antemano; este orden que se aplica a todos los hilos que forman un ligamento se llama remetido.

Después de pasar por los lizos de los cuadros, los hilos pasan por el peine sujeto al batán, en grupos de dos, tres, etc. según se disponga. El batán con su movimiento oscilatorio comunica un movimiento de vaivén al peine.

Al conjunto de la calada y peine se le llama triángulo de calada, que cuando ésta está abierta y el peine atrasado, por su interior se inserta la trama.

Mientras la calada se cierra, el peine avanza depositando la pasada junto a sus anteriores formándose el tejido. Retrocede el peine y se forma otra vez el ángulo de calada, pero con los lizos en distinto orden y así se va repitiendo constantemente el proceso. Este acto repetitivo es la operación de tejer.

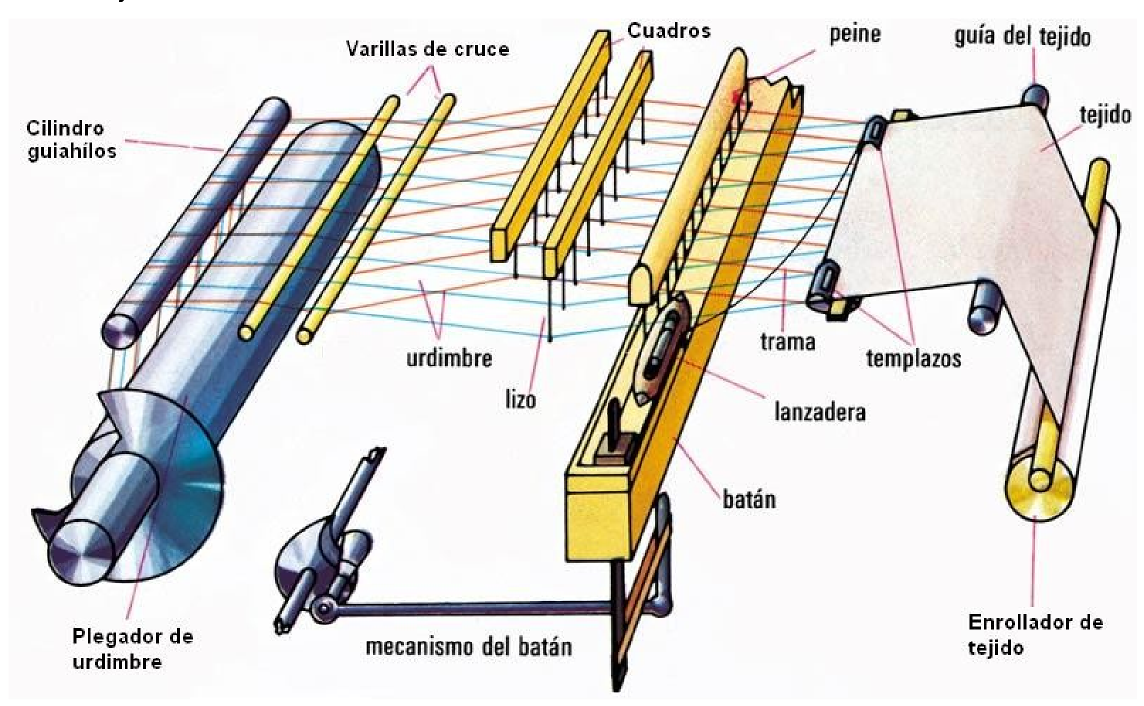


Fig. 18 Elementos de un telar

ETAPAS DE LA FORMACIÓN DEL TEJIDO

A. **Formación de calada**

Los hilos de urdimbre se separan en dos láminas (superior e inferior) y forman un espacio geométrico denominado **calada**, en cuyo vértice está el remate del tejido.

B. **Picada**

El hilo de trama se inserta dentro de la calada, de un orillo a otro.

C. **Ajuste de la trama**

El hilo de trama recién insertado es llevado contra el tejido.

MECANISMOS DEL TELAR

1. PRINCIPALES

Son aquellos mecanismos imprescindibles para realizar el entrecruzamiento de la urdimbre con la trama, son tres:

1.1 Mecanismo formador de calada

Permite la elevación de uno o más cuadros para separar la urdimbre en dos partes, de acuerdo a su accionamiento puede ser por:

- **Excéntricas**. Un juego de levas acciona a los cuadros desde la parte inferior, se emplea para accionar como máximo a 14 cuadros. Es un sistema en desuso en los telares actuales.
- **Maquinilla (Dobby)**. Es un mecanismo que se acopla al telar y por una transmisión de palancas se alcanza la fuerza necesaria para subir o bajar los cuadros; permite trabajar diseños de hasta 26 cuadros.

  Existen dos tipos de maquinilla: por excéntricas y por *rattier*. El primero emplea levas o excéntricas (similar al primer sistema) y luego amplifica la fuerza. El segundo hace uso de un código binario (*agujero*, *no agujero*) sobre un cartón especial, que se lee por medio de varillas palpadoras y se amplifica luego a los cuadros.
- **Jacquard (mecánico)**. Similar a una maquinilla por rattier, aunque a diferencia de ésta se comanda el trabajo de grupos pequeños de hilos (y ya no de cuadros), por lo que se pueden trabajar diseños muy elaborados.
- **Programación electrónica**. Las máquinas actuales se integran a una computadora central, desde la cual se transmite el ligamento creado gracias a un software de diseño textil.

1.2 Mecanismo de inserción

Realiza la picada, esta introducción se realiza por:

- **Lanzadera**, un elemento de madera, bastante pesado, contenía en su interior una canilla con la trama, los telares de este tipo alcanzaron los 270 golpes/min de velocidad.
- **Proyectil**, o *balín*, elemento metálico de unos 9 cm, más pequeño que la anterior, permitió usar caladas más pequeñas, aumentándose la velocidad del telar hasta los 330 golpes/min (Serie PU); y los 450 golpes/min (serie PU7200).
- **Pinzas**, un par de elementos que a cada lado del telar, realizan la transferencia de la trama de un orillo a otro, se alcanzan los 600 golpes/min.
- **Chorro de agua**, un chorro de agua de alta presión lleva la trama a través de la calada. Trabaja bajo el principio de una alimentación continua y tensión mínima de la trama. Actualmente su fabricación está descontinuada debido al consumo de agua que representa, además de ser un proceso caro, dado que se requiere de un sistema de secado a la salida del telar, lo que encarece el costo del tejido producido. Se alcanzan los 1300 golpes/min.
- **Chorro de aire**, un chorro de aire comprimido realiza el traslado de la trama dentro de la calada. Alcanza los 1300 golpes/min. Tiene como desventaja que debido a su principio de inserción, es poco versátil; requiere hilados con poca vellosidad, por lo que se prefiere para trabajar hilados sintéticos (Pes, PA).
- **Ganchos**, se emplean en tejidos angostos (cintas y etiquetas) un par de ganchos realizan el pase de la trama por la calada. Pueden llegar a los 900 golpes/min.

1.3 Mecanismo de batanado

Acciona el peine, que con un movimiento de avance, realiza el ajuste de la trama contra el remate del tejido.

2. SECUNDARIOS

Aunque son prescindibles para la formación básica de un tejido, son necesarios para la producción a escala industrial, pues aseguran la calidad y facilitan el control del proceso de tisaje.

Entre estos mecanismos podemos mencionar a:

- Regulador de avance de urdimbre
- Regulador de pasadas
- Para-urdimbre
- Para-trama
- Selector de colores
- Contador de metraje
- Acumulador de trama



Fig. 19

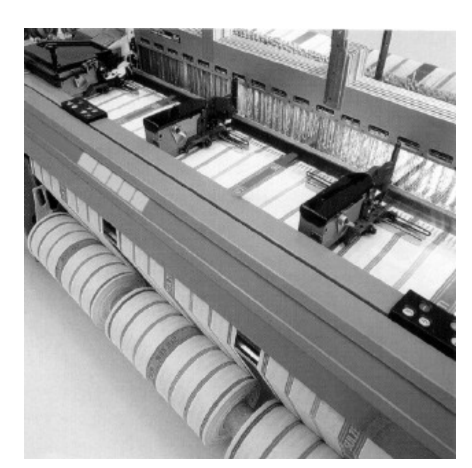


Fig. 20

ANÁLISIS DE TEJIDOS

La reproducción de un tejido no puede realizarse de una manera rigurosa, porque los métodos de análisis son más empíricos que científicos. Aun así, conviene tener en cuenta primeramente identificar la cara del mismo, y luego poder diferenciar los hilos de urdimbre de los de trama.

DETERMINACIÓN DE LA CARA DEL TEJIDO

Identificar la cara (haz) de la muestra teniendo en cuenta que, generalmente, ésta presenta…:

- ❒ … mayor brillo (acabado).
- ❒ … mayor destaque de la materia de mejor calidad.
- ❒ … diagonales más pronunciadas (sólo en los tejidos de ligamento sarga).
- ❒ … predominio de los hilos de urdimbre (mayor cantidad de puntos tomados).
- ❒ … mejor destaque de los efectos de listado (varios colores).
- ❒ … aspecto más rasurado (chamuscado, tundido).
- ❒ … en tejidos afelpados (felpa) o de rizo (toallas), el lado característico.

- … en tejidos múltiples (tipo frazadas), mayor destaque de los matices o efectos de colorido.
- … en tejidos de pelo (terciopelo, corduroy), el mayor efecto de éste.
- … motivos de estampado, si los hubiere.

IDENTIFICACIÓN DE LOS HILOS DE URDIMBRE

Se debe realizar el siguiente procedimiento:

1º paso

Colocar la muestra de tejido sobre un área suficientemente iluminada.

2º paso

Observar si la muestra de tejido presenta orillo(s). Si lo presentara, la serie de hilos paralela a los orillos es siempre la urdimbre.

Si no presentara orillo, continuar con el siguiente paso.

PRECAUCIÓN: Si la muestra de tejido proviene de una prenda ya confeccionada (pantalón, camisa, saco, etc.) tener mucho cuidado de no confundir el orillo de un tejido con la costura de la prenda.

3º paso

Si la muestra se ha obtenido de un tejido que todavía no ha recibido los procesos de tintorería, observar si una serie de hilos presenta goma. El primer indicio es la rigidez del hilo, pues el engomado confiere al hilo un cubrimiento que le varía el tacto, haciéndolo más tosco.

Si una serie de hilos presentara rigidez notoria debido al engomado, es siempre la urdimbre.

Si no se observara una rigidez notoria en ambas series, o hubiera dudas, continuar con el siguiente paso.

4º paso

Observar si los hilos dentro de cada serie se distribuyen en grupos o si son equidistantes.

Si una serie de hilos presentara marcas de peine, ésta sería la urdimbre.

Si no se observaran marcas de peine, o hubiera dudas, continuar con el siguiente paso.

OBSERVACIÓN: Se conoce como *marcas de peine* los canales o surcos que dejan los dientes del peine en el tejido; ocasionando que se aprecie grupos de hilos separados por un surco. Este efecto no se observa en todos los tejidos, siendo más notorio cuando el pase de hilos por diente es alto (de tres a más), aunque también depende de la finura del diente.

Por ejemplo, si se observa en el tejido grupos de hilos de tres hilos, puede indicar que el pase de los hilos por los dientes en el peine fue de tres por diente.

Recuerda que la urdimbre es la única serie que se pasa entre los dientes del peine, por lo tanto, los surcos que deja el peine son paralelos a ésta.

En cambio, los hilos de trama se distribuyen de manera equidistante entre ellos, sin formar grupos notorios.

PRECAUCIÓN: En ciertos tejidos se debe evitar confundir el agrupamiento causado por el pase de la urdimbre en el peine, con el agrupamiento natural de los hilos contiguos debido a la ligadura idéntica, como en los teletones, por ejemplo.

5º paso

Observar ciertas características del tejido, como diseños listados, a cuadros, densidad, elasticidad, regularidad en el paralelismo de las series de hilos.

6º paso

Identificar la urdimbre del tejido, teniendo en cuenta que…:

- … la densidad de la urdimbre, en la mayoría de los casos, es mayor que la densidad de la trama.
- … los tejidos en la dirección de la urdimbre son menos elásticos que en la dirección de la trama.
- … en tejidos ralos, la urdimbre tiene los hilos con más regularidad en cuanto a su paralelismo que los hilos de trama.
- … en las telas listadas, la dirección de las rayas indican, en la mayoría de los casos, la dirección de la urdimbre.
- … en tejidos con diseños a cuadros (tipo escoceses), el lado más largo de los rectángulos señala la dirección de la urdimbre.

7º paso

Deshilachar el tejido extrayendo 1 hilo de cada serie (recuerda que el tejido de calada se produce por entrecruzamiento de dos series de hilos, que se cruzan en ángulo recto).

8º paso

Observar las características de cada hilo extraído como resistencia, grosor, uniformidad, intensidad de ondulación, etc. Compare ambos.

9º paso

Identificar la urdimbre del tejido, teniendo en cuenta que, **generalmente**, ésta…:

- … es más resistente que la trama.
- … es retorcida, si fuese el caso.
- … presenta más torsión que la trama.
- … es más uniforme que el hilo de trama.
- … tiene mayor ondulación que la trama.
- … es más delgada que la trama.
- … presenta torsión en sentido Z, mientras el hilo de torsión S viene a ser – generalmente – la trama.

Repetir los pasos 5º, 6º, 7º, 8º y 9º tantas veces sea necesario hasta obtener seguridad en los resultados

PESO POR ÁREA DE TEJIDOS

Usualmente llamado *gramaje* o *densidad*, este parámetro expresa la cantidad de peso (o masa) contenida en una unidad de área del tejido. Suele expresarse como gramos por metro cuadrado u onzas por yarda cuadrada. A partir de este dato, es posible determinar el rendimiento de una tela, variable muy importante para el confeccionista.

Las normas técnicas referidas a este ensayo son:

- NTP 231.003 *Método de Ensayo para la Determinación del Peso por Metro Cuadrado. Método de la Muestra Pequeña*
- ASTM D 3776. *Standard Test Method for Mass Per Unit Area (Weight) of Fabric*.

PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR EL PESO POR ÁREA DE TEJIDOS

De acuerdo a la norma NTP 231.003, el ensayo para determinar el peso por área incluye lo siguiente:

1. **Aparatos**
   - ❒ Balanza capaz de pesar la muestra con exactitud de 0,001 g
   - ❒ Un instrumento que permita cortar especímenes dejando cortes netos
   - ❒ Una regla milimetrada
2. **Preparación del espécimen**
   - ❒ Se lleva la muestra a condiciones normales en la atmósfera normal de ensayo (20 ± 1°C, 65 ± 2% HR).
   - ❒ Se coloca la muestra acondicionada, sin tensión, en una superficie plana horizontal.
   - ❒ Se cortan los especímenes con un corte neto y a una distancia del orillo o de los bordes no menor de 1/10 del ancho de la muestra.
   - ❒ Se tomarán especímenes como sea posible, siempre que contengan distintos hilos de urdimbre y trama.
3. **Procedimiento**
   - ❒ El ensayo debe efectuarse en la atmósfera normal de ensayo.
   - ❒ Se pesan los especímenes juntos o individualmente, con una exactitud de 0,001 gramos.
   - ❒ El peso por metro cuadrado se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$g/m^2 = \frac{Peso\ (g) \cdot 10000}{Área\ (cm^2)}$$

4. **Expresión de resultados**

   Se expresa el peso por metro cuadrado de la muestra gramos, con la aproximación de 0,1 gramo.

También puede expresarse el peso del tejido en gramos por cada metro lineal del tejido (es decir, ya tomando en cuenta el ancho de orillo a orillo) con la fórmula:

$$g/m\ lineal = g/m^2 \cdot ancho\ del\ tejido\ (\ m\ )$$

Asimismo, si se desea determinar cuántos metros lineales de tejido se contienen en 1 kilogramo del mismo, se emplea la fórmula:

$$Rendimiento = \frac{1000}{g/m\ lineal}$$

Conversión de unidades

Si se desea convertir el peso de un tejido de g/m^2 a onzas/yd^2, utilizar la siguiente relación:

$$onzas/yarda^2 = g/m^2 \cdot 0{,}02949$$

Ejercicios

1. Se tiene una muestra rectangular de tejido de 10 cm por 6 cm, al pesarlo en una balanza, el peso obtenido fue de 0,8520 gramos. Calcular el peso de 1 metro cuadrado de la tela.

2. Una muestra circular de tela denim pesa 3,2065 gramos; si el diámetro del área circular es 79,8 mm, calcular las onzas/yd^2 que pesa el tejido.

3. Calcula el rendimiento de un tejido de 1,48 metros de ancho, si una muestra cuadrada de 25 cm de lado pesa 0,2875 onzas

DENSIDAD DE URDIMBRE Y TRAMA

Se expresa en número de hilos por unidad de longitud de tejido, por ejemplo *hilos de urdimbre por centímetro* o *hilos de trama por pulgada*.

En un tejido de calada es importante saber cuántos hilos de urdimbre hay en un centímetro medido a lo ancho del mismo, o cuántas pasadas hay en un centímetro medido a lo largo, pues las densidades de urdimbre y trama influyen en su peso por área y en su grado de cobertura.

La densidad de la urdimbre está determinada por el pase de la urdimbre por el peine en el telar, mientras que la densidad de las pasadas depende de la velocidad del mecanismo desenrollador de urdimbre del telar.

Las normas técnicas referidas a este ensayo son:

- NTP 231.031 *Métodos de Ensayo para Determinar el Número de Hilos*.
- ASTM D 3775. *Standard Test Method for Fabric Count of Woven Fabric*.

PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD DE URDIMBRE Y TRAMA EN LOS TEJIDOS

De acuerdo a la norma NTP 231.031, el ensayo para determinar la densidad de hilos presenta dos métodos:

1. **Método de la cuenta directa**

   Se determina la densidad de urdimbre y trama por observación directa, contando la cantidad de hilos en la longitud de ensayo.

1.1 Aparatos

Se utiliza cualquier instrumento que disponga de medios adecuados para realizar la cuenta visual de los hilos en el espécimen, como cuentahílos simple, cuentahílos con índice desplazable, proyectores y reglas graduadas.

1.2 Preparación del espécimen

Se lleva la muestra a condiciones normales en la atmósfera normal de ensayo (20 ± 1°C, 65% ± 2% HR).

1.3 Procedimiento

- Los especímenes de ensayo se tomarán a una distancia del orillo no menor al 10% del ancho de la tela, descartando el primer metro a lo largo, cuando la tela se encuentre enrollada en piezas, medias piezas o rollo.
- Se coloca el espécimen sobre una superficie plana y horizontal.
- Se comienza a contar, de tal modo que la línea de referencia del aparato coincida con el espacio entre dos hilos, y se cuentan los hilos comprendidos en la longitud de ensayo, estimando la fracción de hilo que queda comprendida por la otra línea de referencia.
- Nota: Las líneas de referencia pueden ser índices del instrumento, o marcas hechas en el tejido.
- A menos que se especifique otro número, se realizan en cada muestra de ensayo por lo menos tres determinaciones en el sentido de la urdimbre y tres en el sentido de la trama, cuidando que correspondan a distintos hilos del tejido.
- La longitud de ensayo depende de la densidad de urdimbre y trama y debe permitir una precisión de ± 1% en la medida. Como guía, se indican en la tabla 1 las longitudes de ensayo que habitualmente permiten lograr esta precisión:

Densidad de urdimbre o trama (hilos/cm)	Longitud de ensayo (cm)
más de 40	2
de 40 a 10	5
menos de 10	10

Tabla 1

- Si el tejido mide menos de 75 mm de ancho, se cuentan todos los hilos de urdimbre y para la trama se procede como en los pasos anteriores.

2. Método de la cuenta por deshilado

Un espécimen es deshilado, contándose la cantidad de hilos obtenidos.

2.1 Aparatos

Una regla graduada en milímetros y una aguja de disección.

2.2 Preparación del espécimen

- Se lleva la muestra a condiciones normales en la atmósfera normal de ensayo (20 ± 1°C, 65% ± 2% HR).

- ❒ Se corta un espécimen rectangular de la muestra, con su dimensión menor paralela al sentido de los hilos que se desean contar. La dimensión menor de este espécimen debe ser 2 cm y la dimensión mayor debe ser 2 cm más que la longitud de ensayo.
- ❒ Se utiliza una longitud de ensayo de acuerdo a lo indicado en la tabla 1.
- ❒ Se deshilan los bordes del espécimen, sacando algunos hilos de los bordes de la dimensión mayor, y sacando todos los hilos que sean necesarios de la dimensión menor hasta obtener una distancia igual a la longitud de ensayo entre los bordes exteriores de los hilos extremos del espécimen.
- ❒ Se preparan tres especímenes para determinar la densidad de urdimbre y tres para determinar la densidad de trama.

2.3 Procedimiento

Se extraen del espécimen todos los hilos correspondientes a la dimensión menor, mediante un deshilado cuidadoso, y se cuentan. Esta operación se facilita colocando dichos hilos en grupos de 10.

Expresión de resultados

Se calcula el promedio de las tres determinaciones efectuadas en cada sentido, dividiendo el número de hilos de cada espécimen por la longitud de ensayo en cm y se expresa en resultado de la densidad de urdimbre y densidad de trama en hilos por cm con una precisión del 1%.

COBERTURA DE UNA SERIE DE HILOS

Viene a ser el grado de cobertura que una serie de hilos tiene sobre un área. Puede ser expresada en dos formas:

A. Cobertura fraccional

B. Factor de cobertura

Para comprender mejor estos conceptos, es necesario tener en cuenta un par de consideraciones previas, a saber:

- El diámetro del hilo *d*
- El paso, o espacio de hilo a hilo *p*

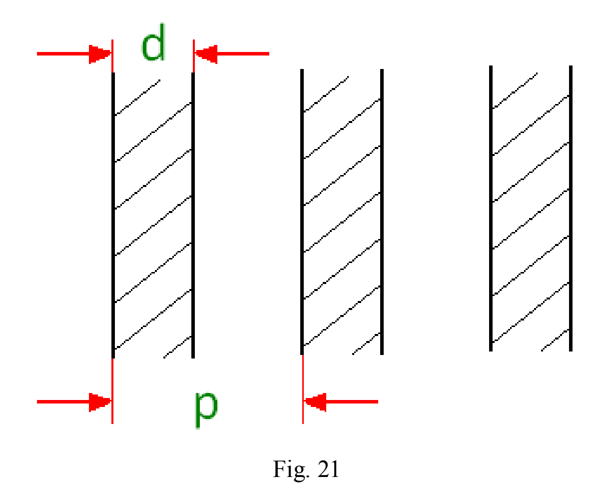


Fig. 21

Diámetro de un hilo de algodón

El diámetro *d* de un hilo está dado por la siguiente fórmula:

$$\phi\ (pulgadas) = \frac{1}{28 \cdot \sqrt{Ne}}$$

Por ejemplo, el diámetro de un hilo de algodón 24 Ne será:

$$\phi\ (\text{pulgadas}) = \frac{1}{28 \cdot \sqrt{24}} = \frac{1}{28 \cdot 4{,}89898} = \frac{1}{137{,}17} = 0{,}00729$$

Esto significa que, podríamos colocar 137 hilos de 24 Ne unos al lado del otro y ellos cubrirían 1 pulgada de ancho.

El paso entre hilos

Es el espacio comprendido entre el comienzo de un hilo y el comienzo del siguiente. Es sencillo determinar *p*, primero se cuenta el número de hilos por pulgada y luego se halla su recíproca. Por ejemplo, si la densidad de hilos por pulgada es 22, entonces *p* debe ser igual a 1/22".

A. Cobertura fraccional

Se da este término a la cantidad de espacio cubierto por los hilos de un tejido, en relación con la cantidad de espacio que podría ser cubierto.

Se expresa como una fracción o como un porcentaje, por ejemplo, si los hilos en un tejido sólo cubren la mitad del área, entonces la cobertura fraccional es 1/2 ó 0,5 ó 50%.

Su fórmula es

$$Cobertura\ fraccional = \frac{d}{p}$$

Tenemos el ejemplo previo del hilo 24 Ne (*d* = 1/137"), si se pudiera colocar en una pulgada 137 hilos (*p* = 1/137) uno al lado del otro, entonces la cobertura fraccional sería:

$$\text{Cobertura fraccional} = \frac{\text{d}}{\text{p}} = \frac{\frac{1}{137}"}{\frac{1}{137}"} = \frac{137"}{137"} = 1$$

Entonces, la cobertura fraccional del área respectiva es 1 (ó 100%).

Otro ejemplo: Calcula la cobertura fraccional de una serie de hilos con las siguientes especificaciones: 105 hilos/pulgada, 25 Ne.

$$\text{Cobertura fraccional} = \frac{\text{d}}{\text{p}} = \frac{\frac{1}{28 \cdot \sqrt{25}}}{\frac{1}{105}} = \frac{\frac{1}{28 \cdot 5}}{\frac{1}{105}} = \frac{\frac{1}{140}}{\frac{1}{105}} = \frac{105}{140} = \frac{3}{4}$$

La cobertura fraccional de esta serie de hilos se expresa como 3/4 ó 0,75 ó 75%

B. Factor de cobertura

Es similar en todo a la cobertura fraccional, excepto que el cálculo se multiplica por el factor 28 con la finalidad de reducir complicaciones.

$$\text{Factor de cobertura} = \frac{\text{hilos por pulgada}}{\sqrt{\text{Ne}}}$$

Volviendo a los cálculos previos, de los 105 hilos por pulgada de 25 Ne en los que la respuesta fue 3/4 ó 0,75 ó 75%, el cálculo del factor de cobertura será ahora:

$$\text{Factor de cobertura} = \frac{105 \text{ hilos/pulg}}{\sqrt{25 \text{ Ne}}} = \frac{105}{5} = 21$$

Obsérvese que hemos multiplicado la original cobertura fraccional por 28 para obtener el factor de cobertura, entonces 21 es 3/4 de 28. De ahí que una serie de hilos, con una cobertura fraccional de 1, tendrá su factor de cobertura igual a 1 x 28 = 28.

$$Factor\ de\ cobertura = Cobertura\ fraccional \cdot 28$$

FACTOR DE COBERTURA DE UN TEJIDO

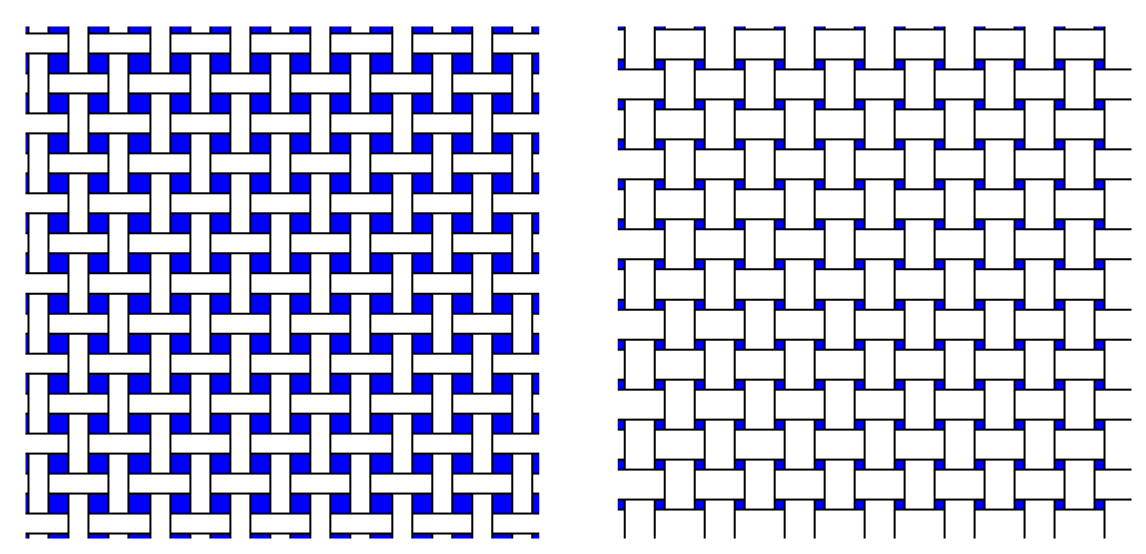


Fig. 22 Cobertura de un tejido modificando la densidad lineal de la urdimbre y la trama

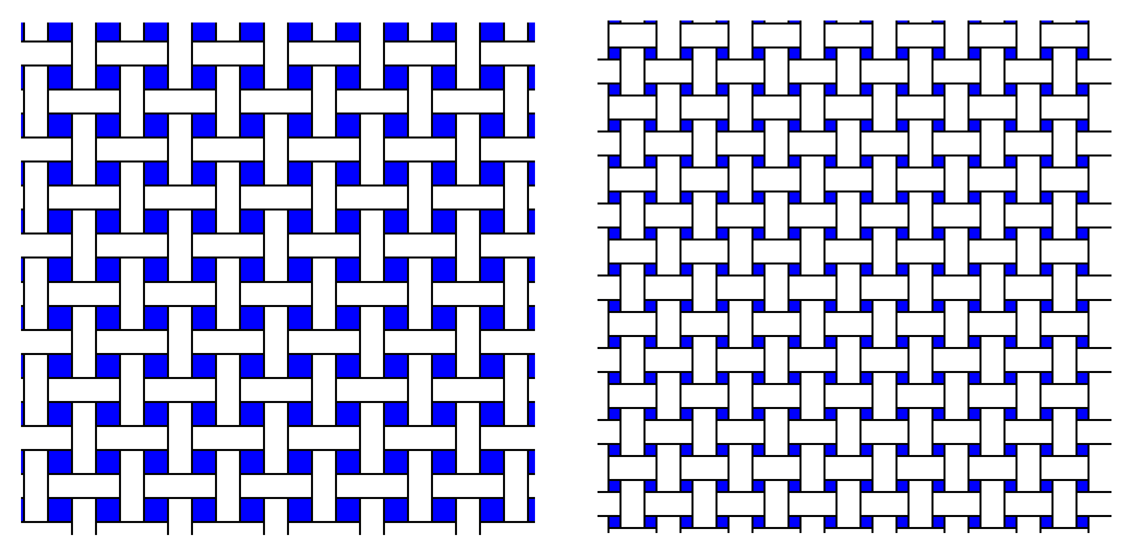


Fig. 23 Cobertura de un tejido modificando la densidad (hilos/cm) de la urdimbre y la trama

El factor de cobertura (FC) de un tejido de calada viene a ser el grado de poder cubriente que tienen los hilos de urdimbre y trama ya entrecruzados formando el tejido. La cobertura de un tejido – como se vio anteriormente – depende básicamente del grosor de los hilados y de la densidad de los mismos.

El grado de cobertura de un tejido determina la permeabilidad del mismo al aire: un tejido con alto factor de cobertura no deja pasar fácilmente el aire del exterior, ni deja que el calor del usuario salga fácilmente al exterior, lo que se traduce en un tejido que *abriga más*. Lo contrario sería un tejido *más fresco*.

El factor de cobertura de un tejido se calcula mediante la fórmula:

$$FC_{tejido} = FC_U + FC_T - \frac{FC_U \cdot FC_T}{28}$$

Donde:

FC_T : Factor de cobertura de los hilos de urdimbre

FC_U : Factor de cobertura de los hilos de trama

Si, por ejemplo, se tiene un tejido con las siguientes características:

Urdimbre : 36 Ne, 60 hilos/pulg

Trama : 25 Ne, 40 pasadas/pulg

$$FC_U = \frac{60}{\sqrt{36}} = \frac{60}{6} = 10$$

$$FC_T = \frac{40}{\sqrt{25}} = \frac{40}{5} = 8$$

$$FC_{tejido} = 10 + 8 - \frac{10 \cdot 8}{28} = 18 - 2{,}86 = 15{,}14$$

El tejido en mención tendrá un factor de cobertura de 15,14.

Ejercicio:

En un ensayo de análisis de tejido de calada, se obtuvieron estos resultados:

Longitud de ensayo: 5 cm			
Urdimbre (24,2 tex)		**Trama** (29,5 tex)	
1º	115	**1º**	89
2º	117	**2º**	87
3º	115	**3º**	86

De acuerdo a estos valores, determina el factor de cobertura del tejido.

CONTRACCIÓN Y ALARGAMIENTO DE TRAMA Y URDIMBRE

En un tejido de calada los hilos de urdimbre y de trama, durante su cruzamiento, tienen una sucesiva evolución de puntos tomados a dejados y viceversa. Las continuas evoluciones de los hilos resultan en una ondulación, rizado o crispadura de los mismos.

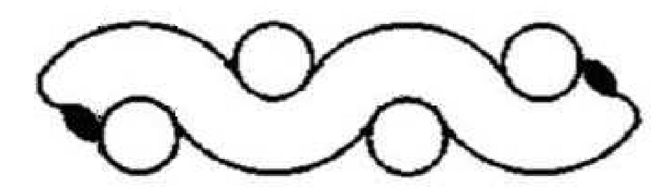


Fig. 24

El rizado u ondulación de un hilo varía en función de:

- el grosor del hilo (densidad lineal)
- la densidad por unidad de longitud de la serie de hilos opuestos
- el ligamento del tejido

Asimismo, la ondulación de un hilo resulta en una disminución de la longitud original (sin el rizado) del mismo. Debido a ello, es importante determinar:

- cuánto se contraerá la longitud de un hilo cuando se entrecruza con otros para elaborar un tejido, y
- cuánto se alargará un hilo con ondulación hasta que pierda el rizado

Para ello, en el análisis de tejidos de calada, se trabajan con los porcentajes de contracción (en el primer caso) y alargamiento (en el segundo caso).

Porcentaje de contracción de un hilo (*%C*)

También llamado *porcentaje de encogimiento del hilo*, nos indica la cantidad de unidades de longitud que se contrae o encoge un hilo por cada 100 unidades del mismo sin estirar.

Se calcula de la siguiente manera:

$$\%C = \frac{Lso - Lco}{Lso} \cdot 100$$

Ejemplo:

Se tiene un hilo que tiene una longitud con ondulación de 10 cm y una longitud sin ondulación de 10,5 cm, su porcentaje de contracción será:

$$\%\mathrm{C} = \frac{10{,}5\ \mathrm{cm} - 10\ \mathrm{cm}}{10{,}5\ \mathrm{cm}} \cdot 100 = \frac{0{,}5\ \mathrm{cm}}{10{,}5\ \mathrm{cm}} \cdot 100 = 0{,}0476 \cdot 100 = 4{,}76\%$$

El resultado obtenido nos dice que:

- Por cada 100 cm de hilo sin ondulación (estirado), éste se contraerá 4,76 cm cuando se ondule, midiendo entonces 95,24 cm.
- Por cada 100 m de hilo sin ondulación (estirado), éste se contraerá 4,76 m cuando se ondule, midiendo entonces 95,24 m.
- Por cada 100 pulgadas de hilo sin ondulación (estirado), éste se contraerá 4,76 pulgadas cuando se ondule, midiendo entonces 95,24 pulgadas.
- Por cada 100 yardas de hilo sin ondulación (estirado), éste se contraerá 4,76 yardas cuando se ondule, midiendo entonces 95,24 yardas.
- etcétera

Porcentaje de alargamiento de un hilo (*%A*)

Nos indica la cantidad de unidades de longitud que se alarga o estira un hilo por cada 100 unidades del mismo hilo ondulado.

Se calcula de la siguiente manera:

$$\%A = \frac{Lso - Lco}{Lco} \cdot 100$$

De acuerdo al ejemplo anterior, calculamos el porcentaje de alargamiento del mismo hilo

$$\%\mathrm{A} = \frac{10{,}5\ \mathrm{cm} - 10\ \mathrm{cm}}{10\ \mathrm{cm}} \cdot 100 = \frac{0{,}5\ \mathrm{cm}}{10\ \mathrm{cm}} \cdot 100 = 0{,}05 \cdot 100 = 5\%$$

El resultado obtenido nos dice que:

- Por cada 100 cm de hilo ondulado, éste se alargará 5 cm cuando se estire, midiendo entonces 105 cm.
- Por cada 100 m de hilo ondulado, éste se alargará 5 m cuando se estire, midiendo entonces 105 m.
- Por cada 100 pulgadas de hilo ondulado, éste se alargará 5 pulgadas cuando se estire, midiendo entonces 105 pulgadas.
- Por cada 100 yardas de hilo ondulado, éste se alargará 5 yardas cuando se estire, midiendo entonces 105 yardas.
- etcétera

La norma técnica relacionada es la NTP 231.112 *Determinación del ondulado de los hilos de un tejido*

Factor de ondulación de un hilo (*Fo*)

Nos indica la cantidad de unidades de longitud de un hilo sin ondulación (estirado) contenidas en 1 unidad del mismo hilo con ondulación (rizado), expresando la intensidad de la misma: a mayor *Fo* de un hilo cualquiera, también será mayor su rizado.

El Fo no tiene unidades y su magnitud es >1, se calcula de la siguiente manera:

$$Fo = \frac{Lso}{Lco}$$

Ejemplo

Se tiene un hilo que tiene una longitud con ondulación de 10 cm y una longitud sin ondulación de 10,5 cm, su Fo será:

$$\mathrm{Fo} = \frac{10{,}5\ \mathrm{cm}}{10\ \mathrm{cm}} = 1{,}05$$

El resultado obtenido nos dice que:

- 1,05 centímetros de hilo sin ondulación están contenidos en cada centímetro de hilo ondulado.
- 1,05 metros de hilo sin ondulación están contenidos en cada metro de hilo ondulado.
- 1,05 pulgadas de hilo sin ondulación están contenidos en cada pulgada de hilo ondulado.
- 1,05 yardas de hilo sin ondulación están contenidos en cada yarda de hilo ondulado.
- etcétera

También se puede calcular el factor de ondulación de un hilo en base a sus porcentajes de contracción y alargamiento, de acuerdo a la siguiente relación:

$$Fo = \frac{100 + \%A}{100} = \frac{100}{100 - \%C}$$

Si trabajamos con los datos del ejemplo anterior:

$$\text{Fo} = \frac{100 + \%\text{A}}{100} = \frac{100 + 5}{100} = \frac{105}{100} = 1{,}05$$

$$\text{Fo} = \frac{100}{100 - \%\text{C}} = \frac{100}{100 - 4{,}76} = \frac{100}{95{,}24} = 1{,}05$$

El factor de ondulación, así como los porcentajes de alargamiento y contracción, nos permiten el cálculo de la longitud requerida de hilo (longitud de hilo sin ondulación) para obtener una longitud determinada de tejido (hilo con ondulación), pues se ha determinado que:

$$Fo = \frac{Lso}{Lco} \Rightarrow Lso = Fo \cdot Lco$$

Por ejemplo, de acuerdo a los datos anteriores, calculemos la longitud necesaria de urdimbre para fabricar 5000 metros de tela.

$$\text{Longitud de urdimbre} = \text{Longitud de tejido} \cdot \text{Fo}_\text{U} = 5000\ \text{m} \cdot 1{,}05 = 5250\ \text{m}$$

Entonces, hallamos que se requieren 5250 metros de hilos de urdimbre.

PESO TEÓRICO (g/m^2)

La determinación teórica (indirecta) del peso en gramos por metro cuadrado para un tejido cualquiera, viene a ser la suma de los gramos por metro cuadrado de los hilos de urdimbre y los gramos por metro cuadrado de los hilos de trama:

$$g/m^2\ tejido = g/m^2{}_U + g/m^2{}_T$$

El peso en gramos por metro cuadrado de una serie de hilos se calcula mediante cualquiera de las siguientes fórmulas:

$$g/m^2\ hilos = \frac{Fo \cdot hilos/cm \cdot 100}{Nm}$$

$$g/m^2\ hilos = \frac{Fo \cdot hilos/cm \cdot 59}{Ne}$$

$$g/m^2\ hilos = \frac{Fo \cdot hilos/cm \cdot tex}{10}$$

Ejemplo. Calcular los g/m^2 de un tejido con los siguientes datos:

	urdimbre	trama
Nm	33,9	30,5
Fo	1,06	1,051
hilos/cm	18,1	14,2

Solución

$$\mathrm{g/m^2\ urdimbre} = \frac{1{,}06 \cdot 18{,}1\ \mathrm{hilos/cm} \cdot 100}{33{,}9\ \mathrm{Nm}} = 56{,}59$$

$$\mathrm{g/m^2\ trama} = \frac{1{,}051 \cdot 14{,}2\ \mathrm{hilos/cm} \cdot 100}{30{,}5\ \mathrm{Nm}} = 48{,}93$$

$$\mathrm{g/m^2\ tejido} = 56{,}59\ \mathrm{g}/m^2 + 48{,}93\ \mathrm{g}/m^2 = 105{,}52$$

LIGAMENTO

Es la ley o modo ordenado con que se entrecruzan hilos y pasadas. También recibe este nombre su representación gráfica.

Representación gráfica del ligamento

Los ligamentos se representan gráficamente mediante papel cuadriculado, donde cada banda vertical o espacio entre dos líneas verticales, representa un hilo de urdimbre. Asimismo, cada banda horizontal o espacio entre dos líneas horizontales, representa un hilo de trama (o pasada).

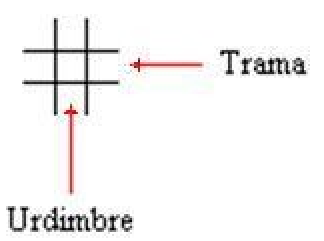


Fig. 25

En el papel de diseño, una cuadrícula con marca o pintada representa que un hilo de urdimbre pasa por encima de un hilo de trama, y se denomina *punto tomado*.

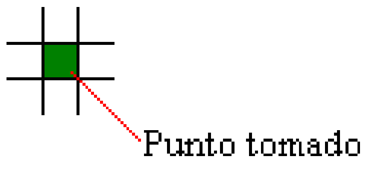


Fig. 26

Una cuadrícula en blanco representa que un hilo de trama pasa por encima de un hilo de urdimbre, y se denomina *punto dejado*.

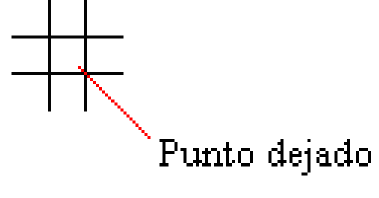


Fig. 27

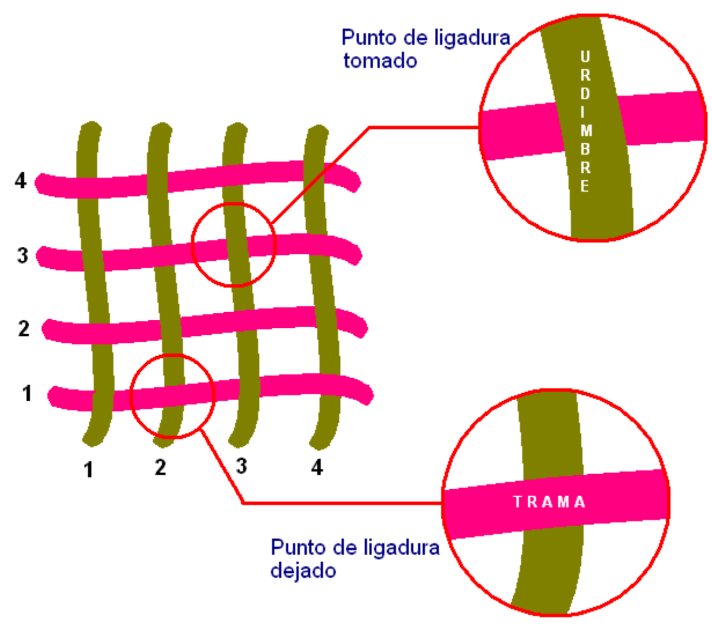


Fig. 28

En un tejido de calada, el primer hilo de urdimbre es el primero de la izquierda y los demás se cuentan de izquierda a derecha. El primer hilo de trama es el inferior y los demás se cuentan de abajo hacia arriba. En la fig. 29 aparece la representación del ligamento de la figura 28.

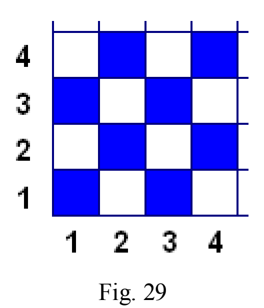


Fig. 29

RAPPORT DE LIGAMENTO

Llamado también *curso*, *patrón* o *breve*. Es el número mínimo de hilos y pasadas necesarios para representar un ligamento, o sea, una evolución completa del enlace de la urdimbre con la trama y viceversa. El rapport del ligamento se repite en todo el tejido, en dirección longitudinal y transversal; y puede ser cuadrado o rectangular.

Para la determinación del rapport no se sigue una regla determinada, sólo se logra con la práctica, observando el efecto que tenga el diseño.

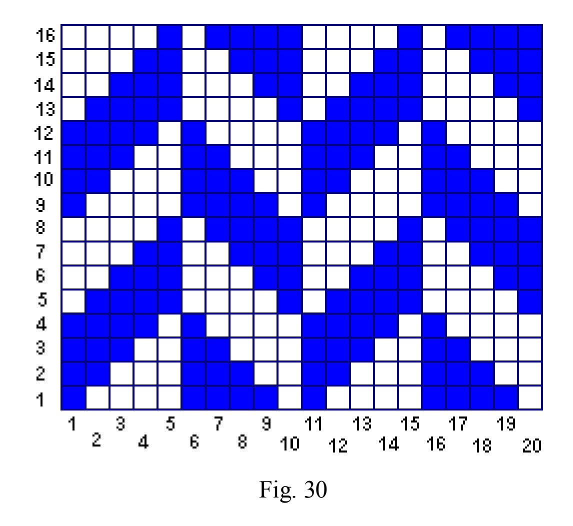


Fig. 30

Se observa que la urdimbre 1 se repite en la urdimbre 11, la urdimbre 2 se repite en la urdimbre 12 y así sucesivamente. Asimismo, observamos que la trama 1 se repite en la trama 9, la trama 2 se repite en la 10 y así sucesivamente.

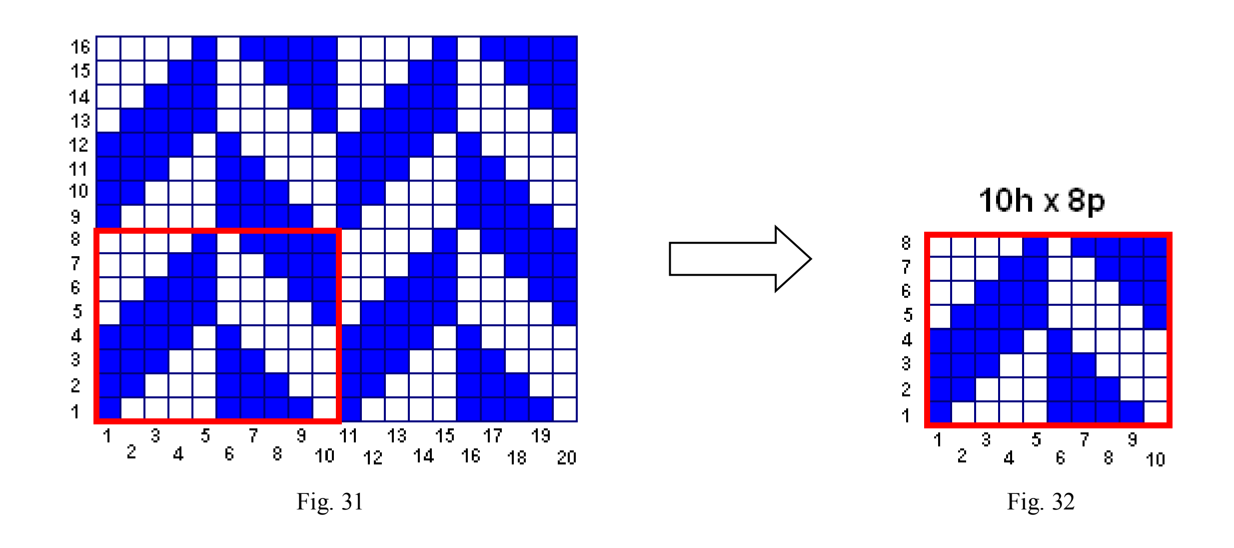


Fig. 31 Fig. 32

En este caso el rapport tiene 10 hilos y 8 pasadas (fig. 32), lo cual indica que es de curso rectangular.

Determina el rapport del ligamento de la figura 33:

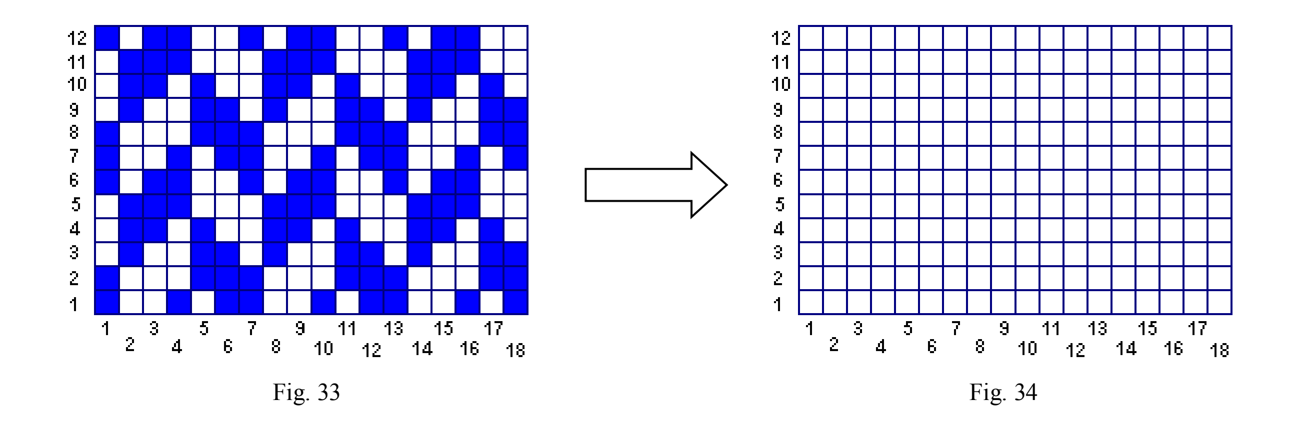


Fig. 33 Fig. 34

ELABORACIÓN DEL RAPPORT DE LIGAMENTO SOBRE UNA HOJA DE DISEÑO

Hasta aquí hemos explicado que de acuerdo a una muestra de tejido, se puede determinar el ligamento y luego el rapport de éste. Pero cuando se desea generar un ligamento sin una muestra física, necesitamos conocer los conceptos de **escalonado** y **base de evolución**.

Estos son una forma de representar el ligamento de un tejido de manera alfanumérica, como una fórmula.

El procedimiento, entonces, para elaborar el rapport de ligamento viene a ser el siguiente:

I. Definir el área del papel de diseño sobre el cual el rapport de ligamento se generará; es decir, cuántas columnas y filas se requieren. Esto viene a ser igual a la cantidad de hilos y de pasadas, respectivamente.

II. Realizar el escalonado sobre el área de rapport.

III. Añadir al escalonado los puntos tomados y dejados que indica la base de evolución.

ESCALONADO

El escalonado es el orden según el cual evolucionan los hilos con respecto a las pasadas, o las pasadas con respecto a los hilos. Se dividen en regulares e irregulares.

ESCALONADO REGULAR

Es aquel escalonado que consta de dos cifras, pudiendo ser en dirección de la urdimbre (representado por la letra **e**) o de la trama (representado por las letras **et**). Por ejemplo:

e2 ; e3 ; e2 ; et4 ; et7

Determinación del ligamento con escalonado regular

Para construir un ligamento con escalonado regular se necesita un *coeficiente* y un *índice*; entre estas dos cifras se deben colocar las letras que determinen si es por urdimbre o por trama.

La suma del coeficiente y el índice nos da el número de hilos y pasadas para marcar el escalonado.

Ejemplo: 3e2

- El número 3 es el *coeficiente*; el número 2 es el *índice* o *escalonado*.
- La suma 3 + 2 = 5, nos da la cantidad de hilos y pasadas (5 x 5)

- Para marcar los tomados se empieza en el primer hilo y en la primera pasada en dirección de la urdimbre (e) y se cuenta con el índice, donde nos dé 2 se marca coloreando el recuadro o colocándole una X, quedando marcado el primer hilo de urdimbre, luego se pasa al siguiente hilo de urdimbre y se cuenta de nuevo 2 a partir de donde se hizo la primera marca, quedando señalado la segunda urdimbre, y así sucesivamente hasta marcar los cinco hilos y las cinco pasadas.

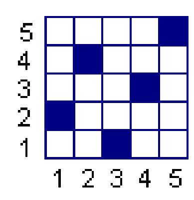


Fig. 35

> Si el escalonado está bien marcado, el último tomado quedará donde se une la última pasada con el último hilo de urdimbre.

ESCALONADO IRREGULAR

Es aquel escalonado que consta de varias cifras y pueden ser positivas, negativas o mixtas. Pueden ser en dirección de la urdimbre o de la trama.

Ejemplos: e2,3,4 ; et2,3,4,5 ; e2,-2,-4,1 ; et3,1,1,-2,1

Cuando el escalonado es en dirección de la urdimbre, su valor define el número de pasadas que hay entre el tomado de un hilo y el tomado del hilo siguiente.

Cuando el escalonado es en dirección de la trama, su valor define el número de hilos de urdimbre que hay entre el tomado de una pasada y el tomado de la pasada siguiente

Determinación del ligamento con escalonado irregular

Para determinar un ligamento con escalonado irregular se necesita un coeficiente, éste debe ser el número de hilos o de pasadas y el índice que conste de varias cifras.

Si el coeficiente está en número de hilos, los índices o escalonados serán por trama (et).

Si el coeficiente está en número de pasadas, los índices o escalonados serán por urdimbre (e).

Ejemplos: 7h et3,5 ; 8p e3,4

Para hallar el número de hilos de urdimbre o de pasadas, existe una regla:

Se multiplica el coeficiente por el número de cifras de los índices o escalonados, éste producto se divide por el máximo común divisor (MCD) entre el coeficiente y la suma algebraica de las cifras de los índices o escalonados; el producto será la cantidad de pasadas o de hilos necesarios para marcar la cuadrícula.

$$n^{o}\ de\ hilos\ o\ pasadas = \frac{coeficiente \cdot n^{o}\ de\ cifras\ del\ índice}{MCD\ del\ coeficiente\ y\ la\ suma\ de\ las\ cifras\ del\ índice}$$

Ejemplo 1: 8p e3,2

En este caso se necesita buscar el número de hilos (H) así:

$$\text{nº de hilos} = \frac{8 \cdot 2}{\text{MCD }(8 \wedge 5)} = \frac{16}{1} = 16$$

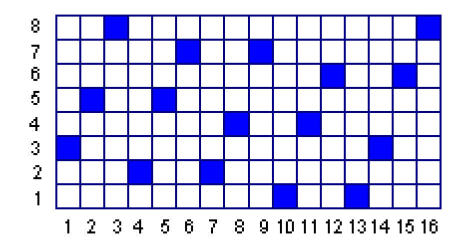


Fig. 36

Ejemplo 2: 6h et1,1,1,-1

Se necesita hallar el número de pasadas, así:

$$\text{nº de pasadas} = \frac{6 \cdot 4}{\text{MCD }(6 \wedge 2)} = \frac{24}{2} = 12$$

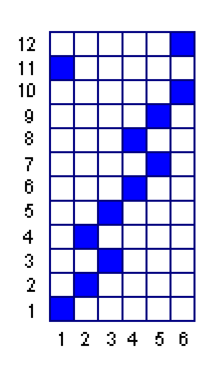


Fig. 37

BASE DE EVOLUCIÓN

Estudia la posición que ocupan los hilos con respecto a cada una de las pasadas y de las pasadas con respecto a cada uno de los hilos existentes.

La base de evolución puede ser por urdimbre y se indica con la letra **b**, puede ser también por trama y se indica con las letras **bt**.

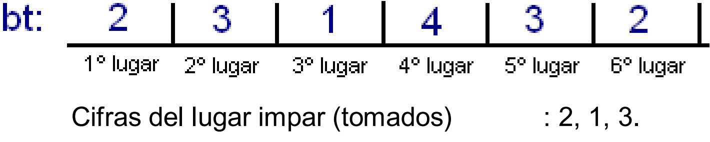
Cuando el escalonado es por urdimbre la base se aplicará por urdimbre y cuando es por trama la base se aplicará por trama.

La base de evolución consiste en agregar unos tomados suplementarios sobre el escalonado base.

El número de cifras de la base de evolución deberá ser siempre **PAR**. La suma de las cifras de la base de evolución cuando es por urdimbre indica la cantidad de pasadas; cuando es por trama indica la cantidad de hilos de urdimbre.

En la base de evolución las cifras del lugar par representan los dejados y las cifras del lugar impar, los tomados, por ejemplo:

- bt:2,3,1,4,3,2



Cifras del lugar impar (tomados) : 2, 1, 3.

Cifras del lugar par (dejados) : 3, 4, 2.

Esto quiere decir que se toman 2, se dejan 3, se toma 1, se dejan 4, se toman 3, y se dejan 2.

Los tomados de la base del escalonado se cuentan en la base de evolución.

Ejemplo 1: 5e1 b:2,1,2,1



Fig. 38

Ejemplo 2: 8h et3,2,-1 bt:3,1,2,2

$$\text{nº de pasadas} = \frac{8 \cdot 3}{\text{MCD } (8 \wedge 4)} = \frac{24}{4} = 6$$

Fig. 39

LIGAMENTOS FUNDAMENTALES

Los ligamentos fundamentales que se emplean en la fabricación de telas sencillas tienen siempre:

- rapport cuadrado,
- escalonado continuo (de una sola cifra) y
- en cada hilo y en cada pasada, un solo punto de escalonado

TAFETÁN

Es el ligamento más pequeño que existe, su rapport es 2 x 2 y su escalonado es **1 e 1**, según se observa en la figura 40.

Es neutro, presenta caras iguales – igual por el derecho y por el revés – y es el que más liga y el que más contrae.

El efecto sobre el tejido es neutro, o sea, sin prevalecimiento de la urdimbre o la trama. Es el tejido con más cruzamientos (el que más liga), por lo que sus coeficientes de ligadura son también los más altos que se pueden dar en los ligamentos simples: **klm** = 1, todos los demás ligamentos tienen unos coeficientes inferiores.

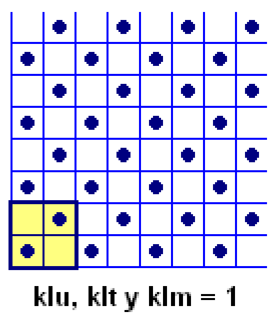


Fig. 40

SARGA

Las sargas tienen como enunciado general **1 e n**, o también **n e 1**, siendo en ambos casos **n** > 1. Por lo tanto dando valores a n, se puede obtener un número ilimitado de sargas fundamentales, pero en la práctica sólo se emplean las de rapport pequeño, ya que de lo contrario, el tejido quedaría flojo, por tener pocos puntos de ligadura. Generalmente se conocen con el nombre que designa su rapport, así se dice *sarga de 3* (2 e 1), *sarga de 4* (3 e 1), etc.

Todas las sargas tienen en la superficie unas diagonales que cuando los títulos de hilatura y las densidades de urdimbre y trama son las mismas, tiene una inclinación de 45º. La variación de densidades o las diferencias del número del hilo, hacen cambiar esta inclinación: a más densidad de trama la diagonal más horizontal, a más densidad de urdimbre más vertical la diagonal.

Desde las figuras 41 hasta la 48 se representan las sargas de rapport más habitual, las sargas de rapport más grande tienen en general muy poca aplicación.

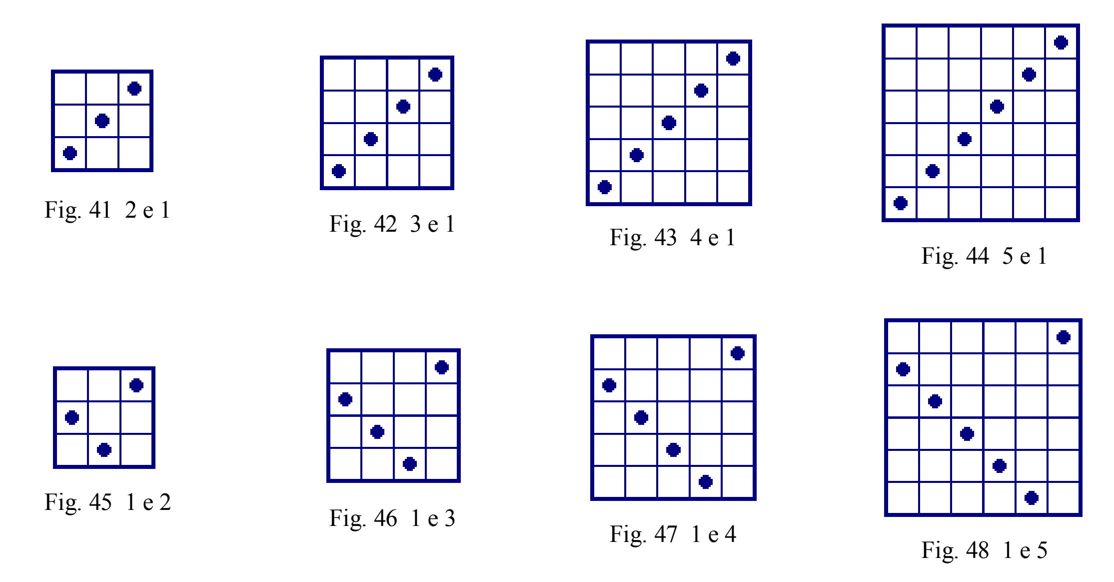


Fig. 41 2 e 1 Fig. 42 3 e 1 Fig. 43 4 e 1 Fig. 44 5 e 1

Fig. 45 1 e 2 Fig. 46 1 e 3 Fig. 47 1 e 4 Fig. 48 1 e 5

NOTA: Todos los ligamentos fundamentales que no tienen señalada base de evolución, tienen el mismo coeficiente de ligadura por urdimbre que por trama, y por consiguiente también su coeficiente medio.

SATÉN

También llamado raso, es el ligamento que permite más variedad, por tener sus puntos de escalonado muy repartidos entre bastas, y ofrecen una superficie lisa y brillante por el haz (cara) del tejido. El enunciado general de los satenes es **n e m**, siendo **n** y **m** números primos entre sí y

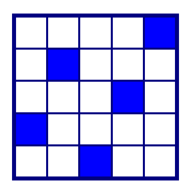
distintos de la unidad. Al igual que las sargas se denominan por el valor de su rapport, como por ejemplo *satén de siete*, *raso de ocho*, etc.

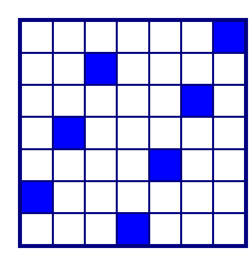
Los satenes de rapport grande no suelen tener como tales aplicación, por tener sus coeficientes de ligadura demasiado bajos, pero si se emplean aplicándoles bases de evolución compuestas, pueden originar otros ligamentos más complejos.

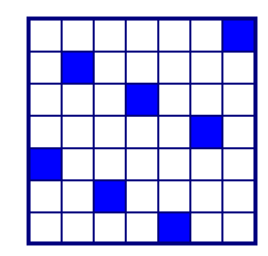
Teniendo en cuenta que los últimos de la siguiente tabla tienen ya las bastas muy largas, los rasos posibles hasta un rapport de 16 hilos y pasadas son:

Rapport	klm	escalonados				
Satén de 5	0,4	3 e 2				
Satén de 7	0,286	5 e 2	4 e 3			
Satén de 8	0,25	5 e 3				
Satén de 9	0,222	7 e 2	5 e 4			
Satén de 10	0,2	7 e 3				
Satén de 11	0,181	9 e 2	8 e 3	7 e 4	6 e 5	
Satén de 12	0,167	7 e 5				
Satén de 13	0,154	11 e 2	10 e 3	9 e 4	8 e 5	7 e 6
Satén de 14	0,143	11 e 3	9 e 5			
Satén de 15	0,133	13 e 2	11 e 4	8 e 7		
Satén de 16	0,125	13 e 3	11 e 5	9 e 7		

Tabla 2


Fig. 49 3 e 2


Fig. 50 5 e 2


Fig. 51 4 e 3

LIGAMENTOS DERIVADOS

A. DERIVADOS DEL TAFETÁN

Son aquellos ligamentos cuyos hilos, pasadas, o ambos evolucionan en grupos de dos, tres o más como si fueran tafetán. Todos los ligamentos pueden interpretarse con un escalonado y base (o bases) de evolución. En muchos casos es más cómoda y sencilla su interpretación gráfica directa.

Los derivados del tafetán son **esterillas**, **teletones** y **acanalados**, para su obtención se escribe una base de evoluciones (**bu**) en el primer hilo y otra (**bt**) en la primera pasada, y a continuación se reproduce la base escrita por urdimbre en todos los hilos cuyo primer punto tenga la misma posición, y se escribe la base opuesta en los otros.

ESTERILLAS

Pueden ser regulares o irregulares, según sea su base de evoluciones.

Esterillas regulares

Son cuadradas, siendo muy empleadas las de rapport pequeño y se las conoce también por el número de hilos y pasadas de su rapport. Su enunciado general es (**bu** m,m) y (**bt** m,m).

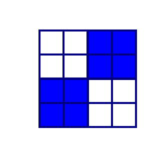


Fig. 52 **bu** 2,2 **bt** 2,2

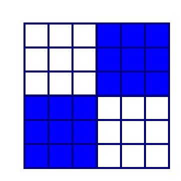


Fig. 53 **bu** 3,3 **bt** 3,3

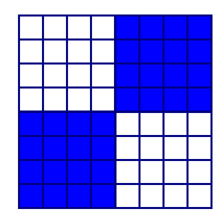


Fig. 54 **bu** 4,4 **bt** 4,4

Esterillas irregulares

Su enunciado general es (**bu** m,n etc) (**bt** o,p etc).

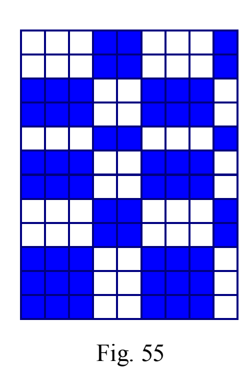


Fig. 55

bu 3,2,2,1,2,2 **bt** 3,2,3,1

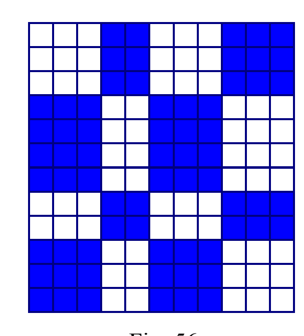


Fig. 56

bu 3,2,4,3 **bt** 3,2,3,3

TELETÓN

Los teletones pueden ser por urdimbre o por trama, si bien los más empleados son los de urdimbre, que producen listas horizontales en la superficie del tejido. Su enunciado general es:

En los de **urdimbre**: **bu** m,n (*m* y *n* son iguales, pero no siempre) y **bt** 1,1

En los de **trama**: **bu** 1,1 y **bt** m,n (*m* y *n* son iguales, pero no siempre)

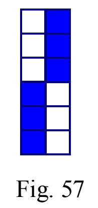


Fig. 57

bu 3,3 **bt** 1,1

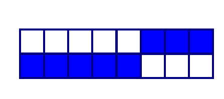


Fig. 58

bu 1,1 **bt** 5,3

ACANALADOS

Cuando en un teletón se le intercalan hilos o pasadas de tafetán en los surcos formados por yuxtaposición de las bastas, reciben el nombre de acanalados.

Los hilos y pasadas de tafetán tienen por objeto señalar más los surcos que se forman entre bordones y lograr efectos parecidos sobre el tejido, con un ligamento cuyo **kl** es más alto. Y como los teletones, pueden ser por urdimbre o por trama y de bordones iguales o diferentes.

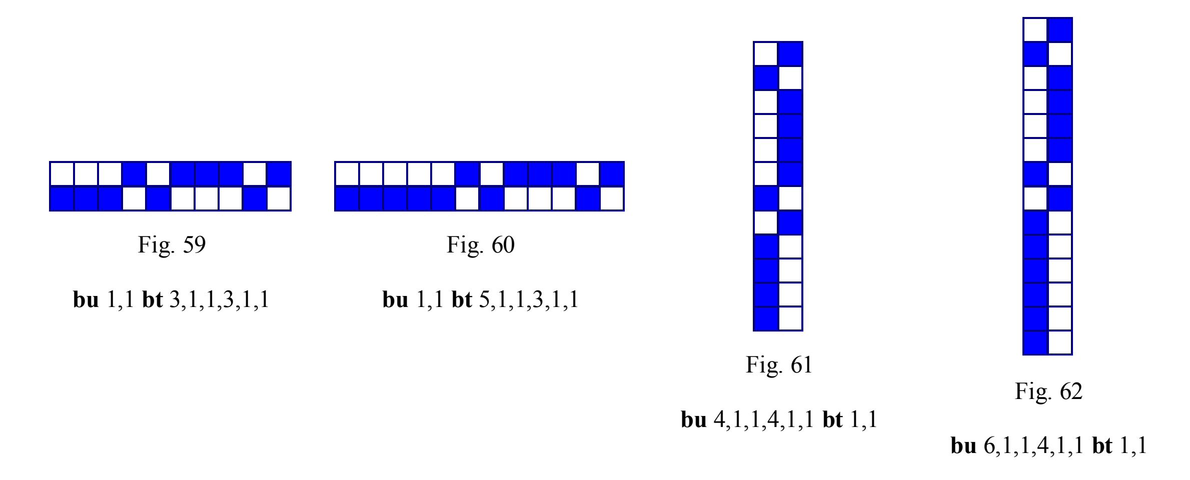


Fig. 59

bu 1,1 **bt** 3,1,1,3,1,1

Fig. 60

bu 1,1 **bt** 5,1,1,3,1,1

Fig. 61

bu 4,1,1,4,1,1 **bt** 1,1

Fig. 62

bu 6,1,1,4,1,1 **bt** 1,1

B. DERIVADOS DE LA SARGA

Los ligamentos derivados de la sarga son: sargas **batavias**, **romanas**, **satinas**, **interrumpidas**, **quebradas** y **compuestas**.

SARGAS BATAVIAS

Tienen solamente dos valores en su base de evoluciones que son iguales, o lo más iguales posible cuando el rapport de la sarga es impar.

Su enunciado general es n **e** 1 (o bien 1 **e** n) **b** p,q siendo p=q, o casi iguales.

La más corriente de todas las batavias es la de rapport de cuatro 3 e 1 b 2,2, que se conoce particularmente como *madrás*. Las batavias se emplean igual con escalonado directo que con escalonado indirecto, pero las de rapport grande son poco usadas.

La sarga batavia de tres no existe, porque en su base de evoluciones un valor de los dos ha de ser forzosamente la unidad, y ya entonces es una sarga fundamental ligera o pesada.

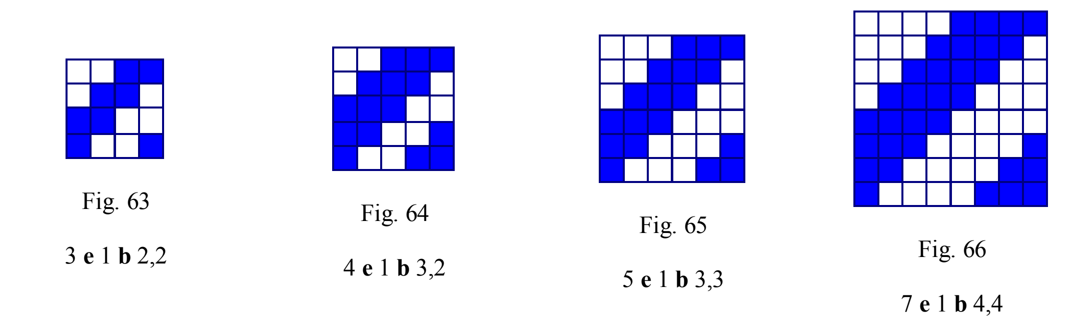


Fig. 63

3 **e** 1 **b** 2,2

Fig. 64

4 **e** 1 **b** 3,2

Fig. 65

5 **e** 1 **b** 3,3

Fig. 66

7 **e** 1 **b** 4,4

SARGAS ROMANAS

Se consiguen aplicando en las sargas fundamentales una base de evoluciones formada por una cantidad impar de números unos y una última cifra que completa en número del rapport de la sarga que se emplea.

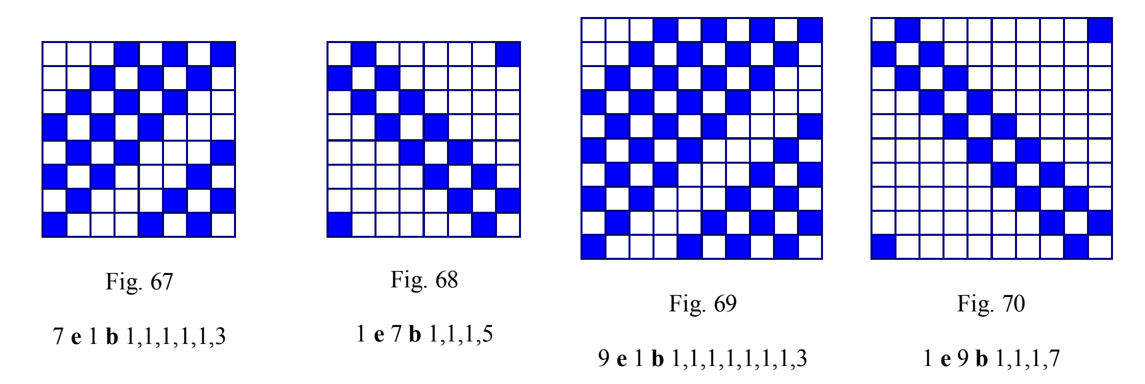


Fig. 67 7 **e** 1 **b** 1,1,1,1,1,3

Fig. 68 1 **e** 7 **b** 1,1,1,5

Fig. 69 9 **e** 1 **b** 1,1,1,1,1,1,1,3

Fig. 70 1 **e** 9 **b** 1,1,1,7

SARGAS SATINAS

Hay dos tipos de sargas satinas, las de una dirección y las de dos direcciones. Además pueden ser cuadradas o rectangulares.

Las satinas de **una sola dirección**, son ligamentos de escalonado irregular formado de dos cifras, la primera de las cuales puede ser un número cualquiera, pero la segunda ha de ser la unidad, siendo la suma de estos dos números inferior al número de hilos o pasadas que entran en el rapport (determinados de antemano) según sea su escalonado por trama o por urdimbre.

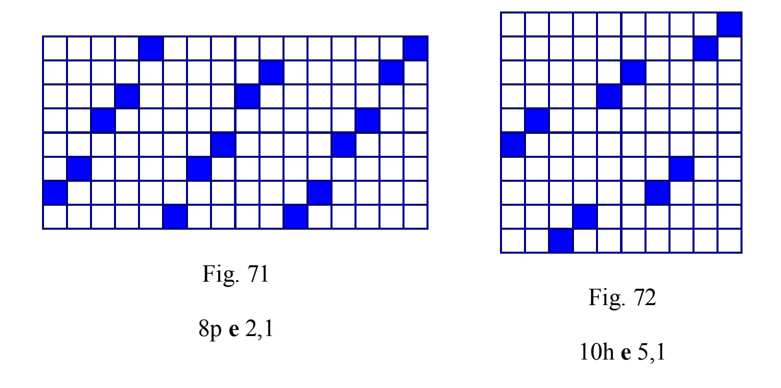


Fig. 71 8p **e** 2,1

Fig. 72 10h **e** 5,1

También podría ser de escalonado con valores negativos

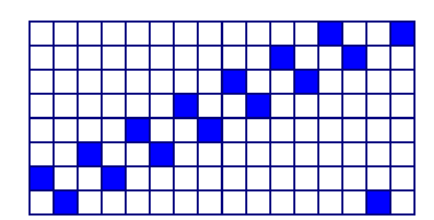


Fig. 73 8p **e** 2,-1

Las sargas **satinas de dos direcciones** se construyen ampliando el enunciado de las que sólo tienen una dirección:

Un escalonado irregular y dos valores de escalonado, uno de los cuales es la unidad, pero luego se le añaden las cifras ***2,-1****. Pero si en los primeros valores ya hubiera* ***-1****, entonces los nuevos valores serían* ***2,1****.*

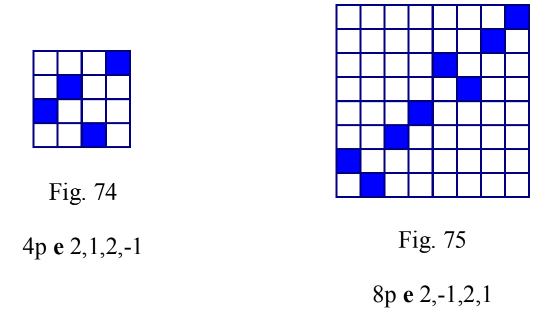


Fig. 74

4p **e** 2,1,2,-1

Fig. 75

8p **e** 2,-1,2,1

La fig. 76 sustituye normalmente al inexistente raso de 4, y se le denomina *satina de 4*, también llamado raso turco. El aspecto sobre el tejido de este ligamento es parecido al de los rasos, siendo uno de los más empleados. Suele emplearse normalmente con una base de evoluciones, como ejemplo aplicaremos a la satina de 4, la **b** 2,2. A este nuevo ligamento se le conoce como *satina de 4 neutra*.

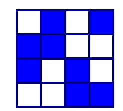


Fig. 76 4p **e** 2,1,2,-1 **b** 2,2

SARGAS INTERRUMPIDAS

Son los derivados de las sargas fundamentales que al igual que las sargas satinas se logran mediante la aplicación de un escalonado discontinuo en una cuadrícula que se ha predeterminado su número de hilos y pasadas.

Se diferencian de las primeras porque en estos ligamentos en lugar de dos valores en su escalonado debe haber un mínimo de tres, pudiendo ser más. De estos valores el primero es un número cualquiera mientras que los otros son siempre la unidad. También las sargas interrumpidas pueden ser de una o de dos direcciones, y así como cuadradas y rectangulares. Suelen emplearse con una base de evoluciones aplicada.

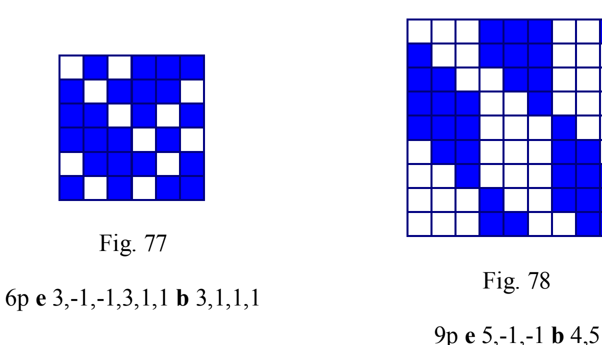


Fig. 77

6p **e** 3,-1,-1,3,1,1 **b** 3,1,1,1

Fig. 78

9p **e** 5,-1,-1 **b** 4,5

SARGAS QUEBRADAS

Los ligamentos que presentan la forma de línea quebrada, produciendo puntos máximos y puntos mínimos, son conocidos como sargas quebradas.

Para lograrlos se fija de antemano el número de hilos o de pasadas que ha de tener el rapport. El escalonado consta de dos grupos de cifras, el primero con valores positivos y el segundo con valores negativos. Este último grupo suele ser de menor cantidad de cifras.

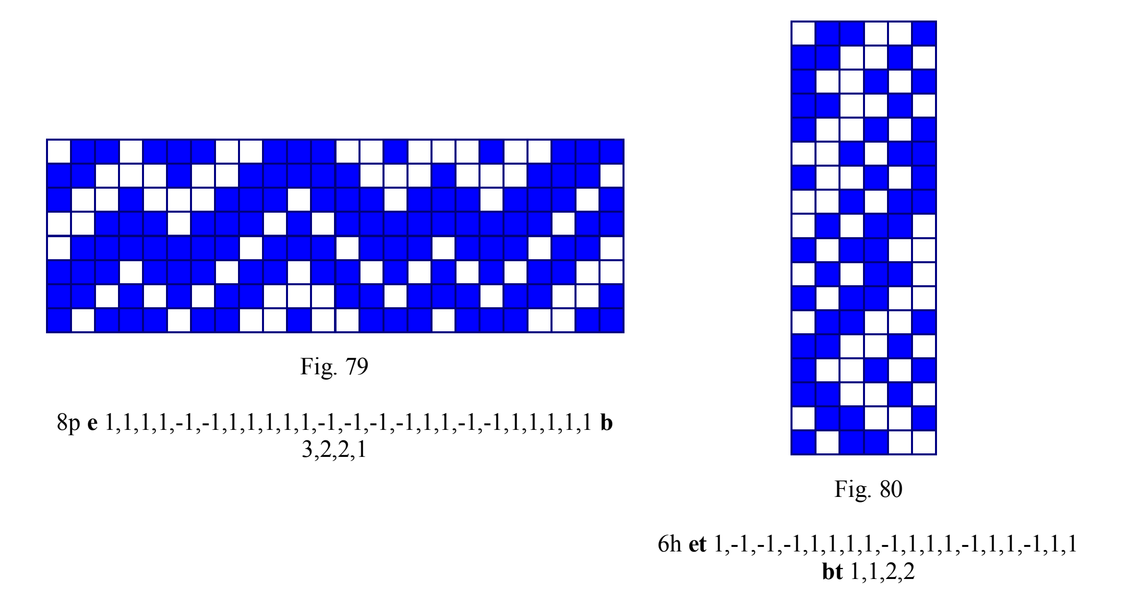


Fig. 79

8p **e** 1,1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,1,-1,-1,-1,-1,1,1,-1,-1,1,1,1,1,1 **b** 3,2,2,1

Fig. 80

6h **et** 1,-1,-1,-1,1,1,1,1,-1,1,1,1,-1,1,1,-1,1,1 **bt** 1,1,2,2

SARGAS COMPUESTAS

No existe una norma fija para crearlas. Las sargas compuestas en general se escriben a capricho, y suelen ser de rapport elevado.

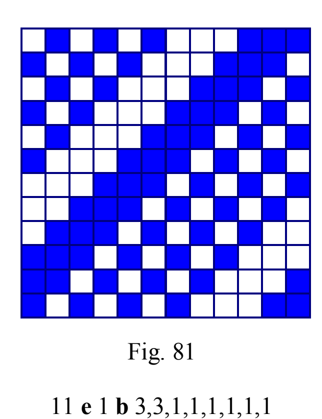


Fig. 81

11 **e** 1 **b** 3,3,1,1,1,1,1,1

C. DERIVADOS DEL SATÉN

Reciben este nombre todos aquellos ligamentos que resultan de aplicar una base de evoluciones sobre un satén fundamental. Según sea la base o las bases aplicadas, lograremos grupos diferentes de ligamentos que tendrán distintos nombres por las características y efectos logrados sobre el tejido. Estos derivados son:

GRANITOS

Se obtienen de satenes de rapport más bien grande, rodeando cada punto de ligadura de puntos tomados que formen bastas de urdimbre que tengan distinto tamaño para que se produzca superposición y así formen relieve en forma de grano que es lo que da nombre a estos derivados.

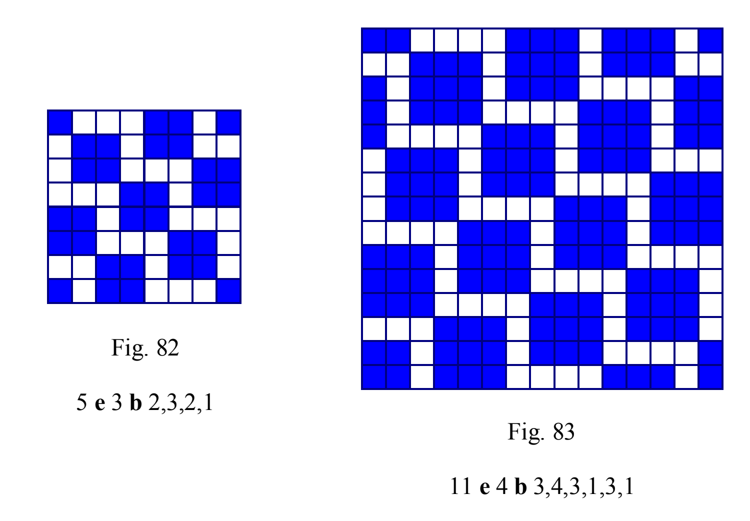


Fig. 82

5 **e** 3 **b** 2,3,2,1

Fig. 83

11 **e** 4 **b** 3,4,3,1,3,1

ACANALADOS OBLÍCUOS

Estos ligamentos se obtienen de los satenes fundamentales de rapport impar, con el escalonado izquierdo mayor en 1 al de la derecha y con una base de evoluciones formada con las dos cifras escalonadas pero colocadas en orden inverso. Su enunciado es n **e** m **b** m,n (siendo m=n+1).

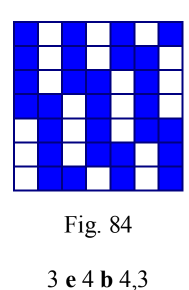


Fig. 84

3 **e** 4 **b** 4,3

ACANALADOS MIXTOS

Los bordones de los acanalados mixtos son más horizontales que los anteriores, y de longitud de basta más bien corta, para evitar un rapport excesivo. Son de rapport impar.

Su enunciado general es: m **e** n **b** (m+1), (m-1)…

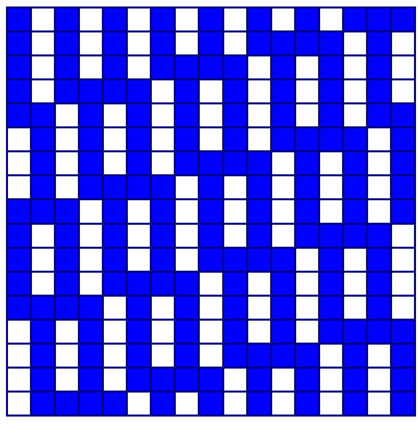


Fig. 85

4 **e** 13 **b** 5,4,5,3

DIAGONALES

Son satenes derivados cuyo escalonado generalmente es 2 y su base de evoluciones puede ser cualquiera. El enunciado general es: m **e** 2 **b** p,q,r,s…

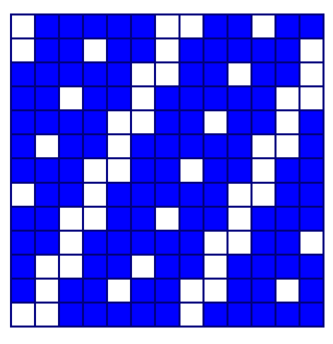


Fig. 86

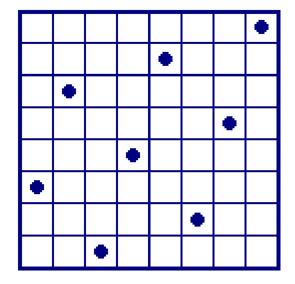
11 **e** 2 **b** 4,1,5,3**klm** = 0,384

LIGAMENTOS LIGEROS, PESADOS Y NEUTROS

- Un ligamento es **ligero** cuando en su rapport hay más puntos dejados que tomados.
- Un ligamento será **pesado** cuando en su rapport hay más tomados que dejados
- Un ligamento es **neutro** cuando en su rapport hay tantos tomados como dejados.

Todo tejido cuyo haz (cara) esté formado de un ligamento de rapport ligero, tendrá un envés (reverso) de rapport pesado, o a la inversa.

Las figuras 87, 88 y 89 representan un ligamento con el mismo escalonado y con base de evoluciones ligera, pesada y neutra.



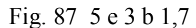


Fig. 87 5 e 3 b 1,7

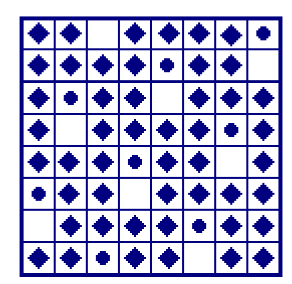


Fig. 88 5 e 3 b 7,1

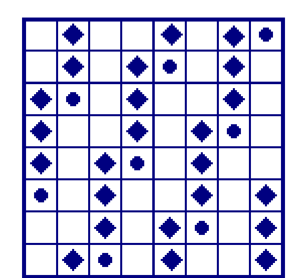


Fig. 89 5 e 3 b 4,4

Este tipo de clasificación es importante en la tejeduría, puesto que, en un ligamento por urdimbre los cuadros se levantan con más frecuencia, o sea, que el trabajo del telar es mayor que en el caso de un ligamento por trama. Esto puede constituir un inconveniente para cierto tipo de telares, por lo cual, a veces, se transforman los tejidos pesados en tejidos livianos, marcando los puntos dejados y dejando en blanco los puntos tomados. Es evidente que, en este caso, la parte visible del tejido sobre el telar será al revés.

PUNTOS DE LIGADURA

Son los puntos de inflexión producidos por los cambios de posición de las urdimbres o de las tramas al pasar de *tomado a dejado* o de *dejado a tomado*. Esto quiere decir que un hilo en cada ondulación que presenta tiene siempre dos puntos de ligadura.

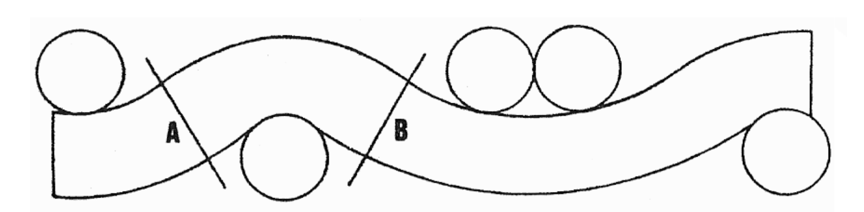
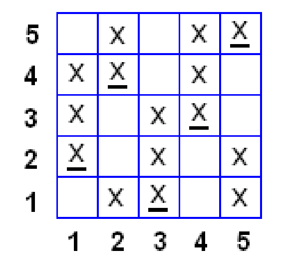


Fig. 90 Los puntos de inflexión del hilo horizontal son A y B

La figura 91 representa el ligamento 3e2 b 3,2



X escalonado

X base de evolución

Fig. 91

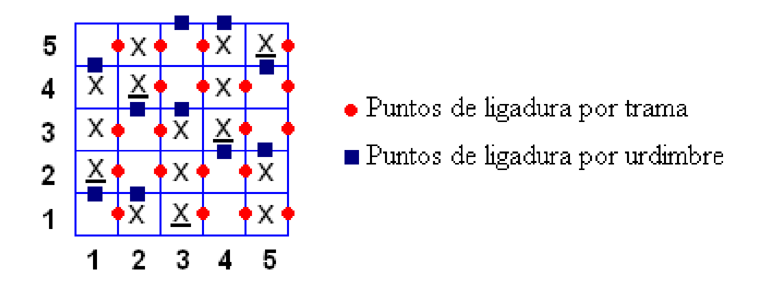


Fig. 92

Según la figura 92, podemos determinar que el ligamento 3e2 b 3,2 tiene en total 30 puntos de inflexión o ligadura: 10 por urdimbre y 20 por trama.

COEFICIENTE DE LIGADURA

Es de gran importancia el poder medir en cada ligamento la magnitud de ligadura. Para hallarla, es necesario buscar la relación que existe entre los puntos de ligadura y el rapport del ligamento, es decir, buscar el coeficiente de ligadura que corresponda a cada ligamento.

Se conoce como coeficiente de ligadura al resultado de dividir los puntos de ligadura que hay en un ligamento, por el producto de las urdimbres y tramas de su rapport, que equivale al número de cuadrículas del ligamento.

$$kl = \frac{puntos\ de\ ligadura}{n^{\underline{o}}\ de\ hilos \cdot n^{\underline{o}}\ de\ pasadas}$$

Todos los ligamentos tienen un coeficiente de ligadura por urdimbre y otro por trama. El de urdimbre se designa normalmente con las siglas **klu** y los puntos de ligadura a dividir son los que se cuentan en el conjunto de urdimbres del ligamento. El de trama con las siglas **klt** y los puntos de ligadura son en este caso los que hay en las pasadas del ligamento.

$$klu = \frac{puntos\ de\ ligadura\ por\ urdimbre}{n^{\underline{o}}\ de\ hilos \cdot n^{\underline{o}}\ de\ pasadas}$$

$$klt = \frac{puntos\ de\ ligadura\ por\ trama}{n^{\underline{o}}\ de\ hilos \cdot n^{\underline{o}}\ de\ pasadas}$$

La semisuma de los valores de estos dos coeficientes es el coeficiente medio, que designaremos **klm**.

$$klm = \frac{klu + klt}{2}$$

Luego de encontrar el coeficiente de ligadura medio, se puede clasificar los ligamentos según la tabla 3:

	klm
Poco ligados	de 0,20 a 0,40
Normalmente ligados	de 0,40 a 0,66
Muy ligados	de 0,66 a 1,00

Tabla 3

Nota: No es recomendable utilizar ligamentos cuyo klm sea inferior a 0,20

Para entender estos conceptos, hallaremos klu, klt y klm del ligamento de la figura 92 (3e2 b 3,2):

$$\text{klu} = \frac{10}{5\ \text{hilos} \cdot 5\ \text{pasadas}} = \frac{10}{25} = 0{,}4$$

$$\text{klt} = \frac{20}{5\ \text{hilos} \cdot 5\ \text{pasadas}} = \frac{20}{25} = 0{,}8$$

$$\text{klm} = \frac{0{,}4 + 0{,}8}{2} = \frac{1{,}2}{2} = 0{,}6$$

EFECTOS DE COLOR

No siempre los ligamentos se emplean aplicados a una sola clase de hilos y a un solo color de los mismos. En los artículos de un solo color la aplicación de un determinado ligamento en lugar de otro viene motivado solamente por dos factores: *tupidez* y *relieve* del ligamento sobre el tejido.

A menudo estas telas son tejidas en el color natural de la fibra y posteriormente en las operaciones subsecuentes son estampadas o teñidas al color o diseño deseado (tintorería de tejidos). Puede que cuando el hilo empleado es una mezcla de dos o más fibras, el teñido sea a una de ellas, dando entonces la sensación de que el tejido ha sido efectuado con hilos que ya tenían mezcla de color en la hilatura.

Pero cuando se emplean urdimbres y tramas compuestas de hilados de varios colores, el efecto que producirán sobre el tejido dependerá del ligamento empleado.

Es sumamente interesante que al aplicar a un ligamento una relación de colores determinada, saber de antemano el efecto que producirá sobre la superficie de un tejido.

Un diseño será aceptable siempre que sea agradable a la vista y dentro de la moda del momento para el cual se ha creado.



Fig. 93

ELEMENTOS PRINCIPALES DEL EFECTO DE COLOR

Para obtener un efecto de color se debe tener en cuenta los siguientes elementos:

a. **Ligamento base**. Se debe tener el rapport del ligamento que va a formar parte del diseño final, puede ser tafetán, sarga, satén, combinaciones y derivados o cualquier otro diseño con tal de obtener el resultado que se desee.

b. **Disposición de colores en la urdimbre**. Es la distribución de cuántos colores se va a utilizar en la urdimbre, de cuántos hilos de cada color y de qué color es el primer hilo del diseño.

c. **Disposición de colores en la trama**. Es la distribución de cuántos colores se va a utilizar en la trama, de cuántas pasadas de cada color y de qué color es la primera pasada del diseño.

   La distribución de colores puede ser por lo menos de dos colores en uno de los sentidos.

DISPOSICIÓN DE COLORES EN URDMBRE Y TRAMA

Sea un tejido que presenta hilos de dos colores en la urdimbre y la trama, como muestra la fig. 94.

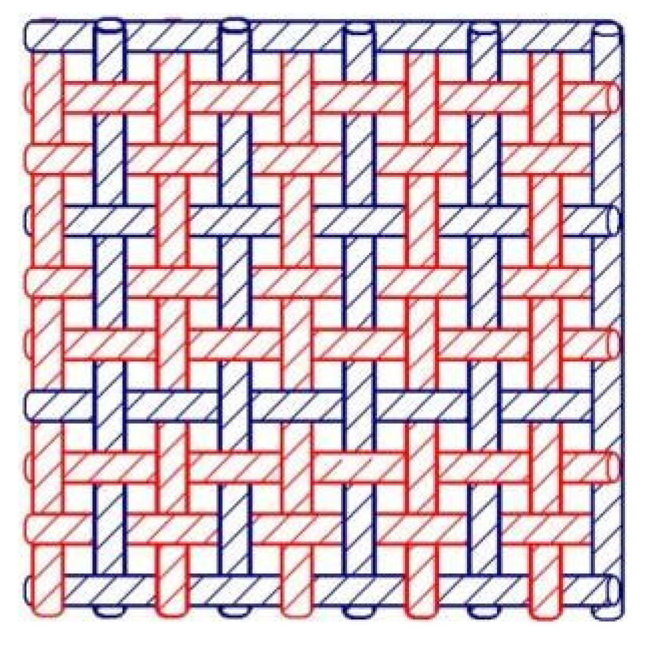


Fig. 94

El primer paso es asignar a cada hilo y a cada pasada un número, para tener orden (fig. 95).

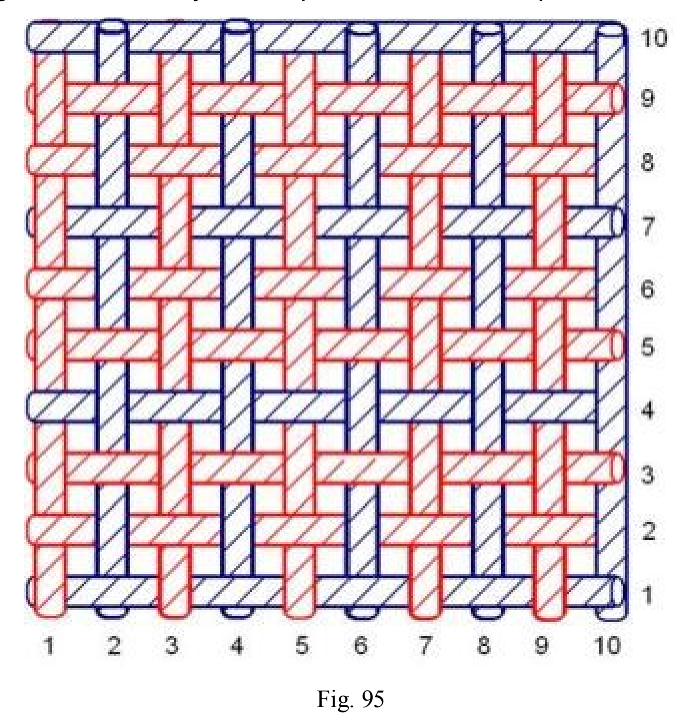


Fig. 95

Luego se debe observar los colores de los hilos y las pasadas, y tener en cuenta el orden en que se presentan.

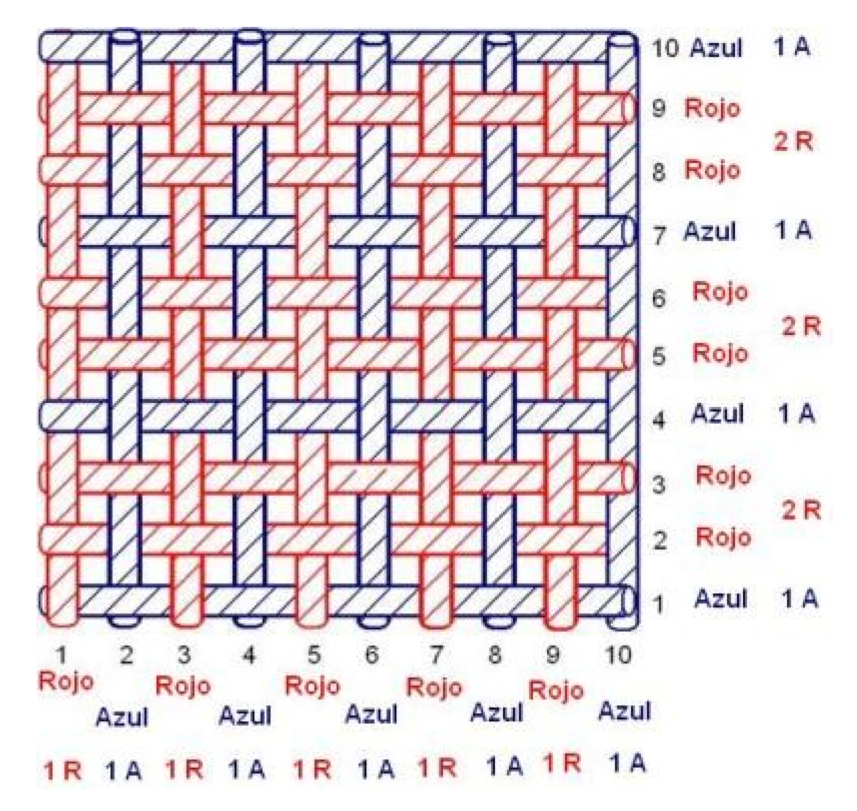


Fig. 96

Como se ve, hay una secuencia en la repetición tanto en la urdimbre (un hilo rojo y un hilo azul) como en la trama (una pasada azul y dos pasadas rojas).

Por lo tanto, la relación de colores para urdimbre y trama queda así:

R.U. = 1R, 1A y R.T. = 1A, 2R

La relación de colores es independiente del ligamento, sólo se tiene en cuenta la secuencia mínima de color en la disposición de los hilos y las pasadas.

Generación del efecto de color sobre el papel de diseño

Los tomados de un ligamento son urdimbre que se observan en la cara del tejido y los dejados son pasadas que igualmente se observan en la cara.

Si en la parte superior o inferior del ligamento señalamos la relación de hilos de urdimbre a partir del primer hilo, y en un lado señalamos la relación de trama a partir de la primera pasada, nos es fácil colorear los tomados y los dejados de acuerdo con la relación señalada que tenemos a la vista.

Empezando por el primer color de urdimbre, y siguiendo por orden correlativo con los demás, acabaremos por tener todos los cuadros con tomados coloreados, cada uno con su color correspondiente. De la misma forma se procede con las pasadas de trama – dejados – hasta que se ha coloreado todo el ligamento.

Si en la relación de colores de la trama hay colores que también están en la de urdimbre, al colorear por lógica se hace con el mismo color.

Para observar cómo queda el efecto, conviene repetir dos o más rappores del ligamento por urdimbre y trama.

Procedimiento

- Sobre el papel de diseño efectuar el ligamento, con los puntos tomados y dejados, de acuerdo al rapport del ligamento.
- Para un mejor orden, en la fila inferior asignar a cada hilo (cuadrito) su color respectivo, de acuerdo a la relación de urdimbre.
- En una columna lateral asignar a cada pasada (cuadrito) su color respectivo, de acuerdo a la relación de trama.
- En el área del ligamento, asignar a cada punto tomado el color del hilo según corresponda. Realizar esta operación para todos los hilos.
- En el área del ligamento, asignar a cada punto dejado el color de la pasada según corresponda. Realizar esta operación para todas las pasadas.
- El efecto de color se muestra en el área de trabajo.

Ejemplo 1

Generaremos el efecto de color de un tejido con estas características:

- Ligamento: 1 e 1
- Disposición de colores: R.U. y R.T. = 1A, 1B

Para ello trabajaremos sobre un área de 8 hilos por 8 pasadas.

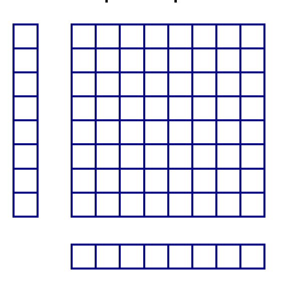


Fig. 97

- Realizamos el dibujo del ligamento (1e1):

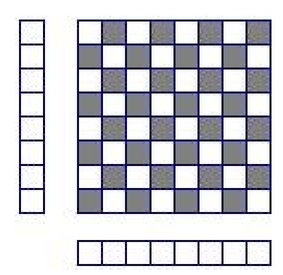


Fig. 98

- De acuerdo a la relación de colores, colocaremos en la fila inferior y en la columna de la derecha los colores de urdimbre y trama, respectivamente. En este caso digamos que el color A sea amarillo y el color B, rojo. Además sabemos que R.U. y R.T. son iguales (1A, 1B).

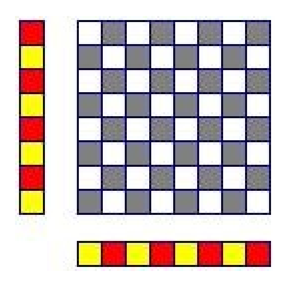


Fig. 99

- Reemplazamos los puntos tomados del ligamento por el color del hilo que corresponde:

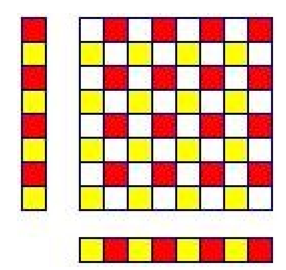


Fig. 100

- Reemplazamos los puntos dejados del ligamento por el color de la pasada que corresponde:

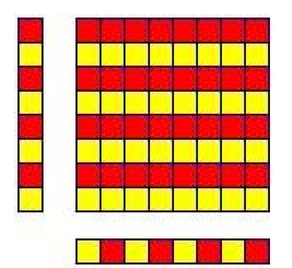


Fig. 101

- Se ha generado entonces un efecto de color, de líneas horizontales.

Ejemplo 2

Generaremos el efecto de color de un tejido con estas características:

- Ligamento: 3 e 1 b 2,2
- Disposición de colores: R.U. = 1A, 1B y R.T. = 1A, 2B, 1A

Para ello trabajaremos sobre un área de 12 hilos por 12 pasadas.

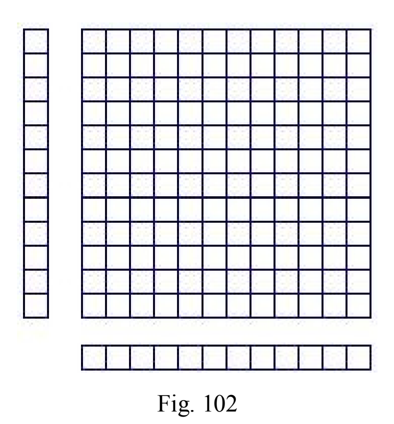


Fig. 102

- Realizamos el dibujo del ligamento (3 e 1 b 2,2):

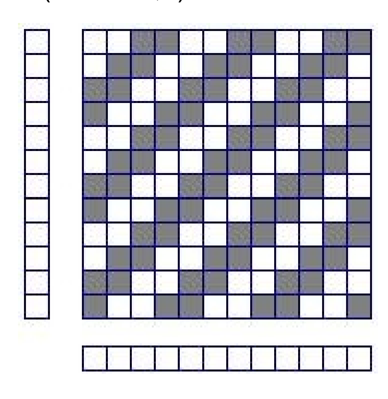


Fig. 103

- De acuerdo a la relación de colores, colocaremos en la fila inferior y en la columna de la derecha los colores de urdimbre y trama, respectivamente. El color A será verde y el color B, naranja.

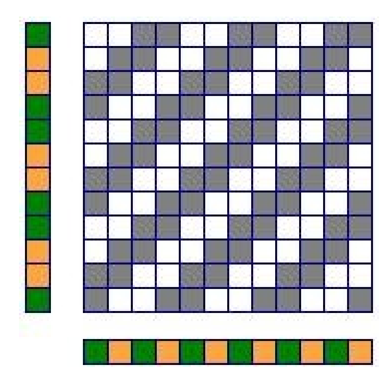


Fig. 104

- Reemplazamos los puntos tomados del ligamento por el color del hilo que corresponde:

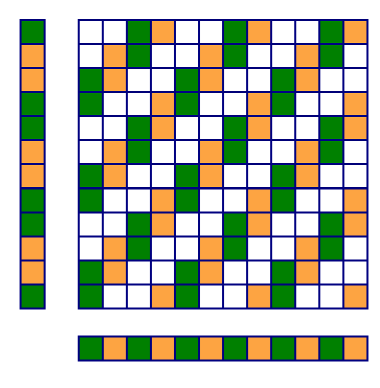


Fig. 105

- Reemplazamos los puntos dejados del ligamento por el color de la pasada que corresponde:

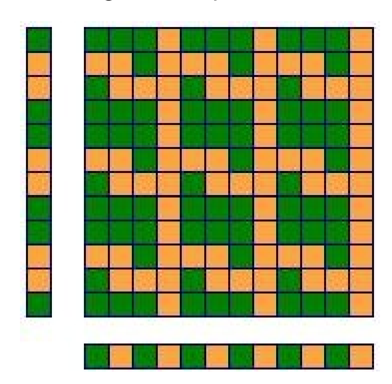


Fig. 106

- Se ha generado entonces un efecto de color.

Ejercicios: Genera los efectos de color siguientes:

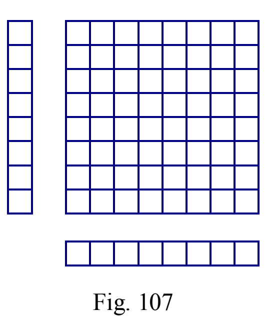


Fig. 107

1 e 1

R.U. = 1A, 1B

R.T. = 1B, 1A

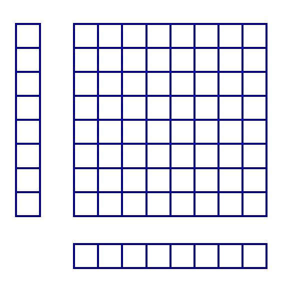


Fig. 108

3 e 1 b 2,2

R.U. y R.T. = 1A, 1B

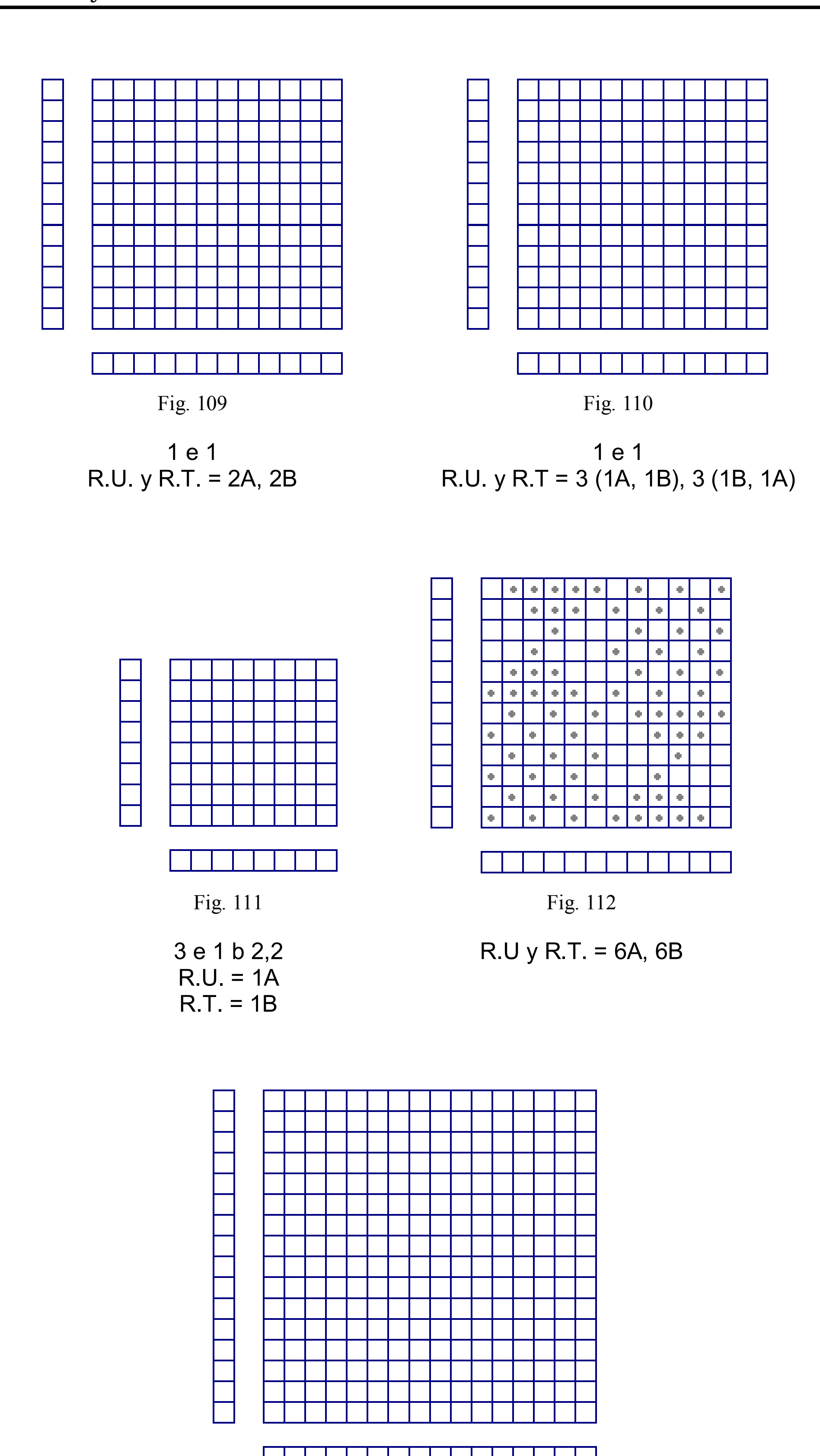


Fig. 109

1 e 1
R.U. y R.T. = 2A, 2B

Fig. 110

1 e 1
R.U. y R.T = 3 (1A, 1B), 3 (1B, 1A)

Fig. 111

3 e 1 b 2,2
R.U. = 1A
R.T. = 1B

Fig. 112

R.U y R.T. = 6A, 6B

Fig. 113

3 e 1 b 2,2
R.U y R.T. = 4A, 4B

FICHA DE ANÁLISIS PARA TEJIDOS DE CALADA

Muestra

CARACTERÍSTICAS DE LOS HILOS

DENSIDAD LINEAL
- Urdimbre : ....
- Trama : ....

FACTOR DE ONDULACIÓN
- Urdimbre : ....
- Trama : ....

CARACTERÍSTICAS DEL TEJIDO

DENSIDAD
- hilos / cm : ....
- pasadas / cm : ....

MASA POR UNIDAD DE ÁREA
Método práctico
g / m^2 : ....
onz / yd^2 : ....

Método teórico
g / m^2 : ....

FACTOR DE COBERTURA
- Urdimbre : ....
- Trama : ....
- Tejido : ....

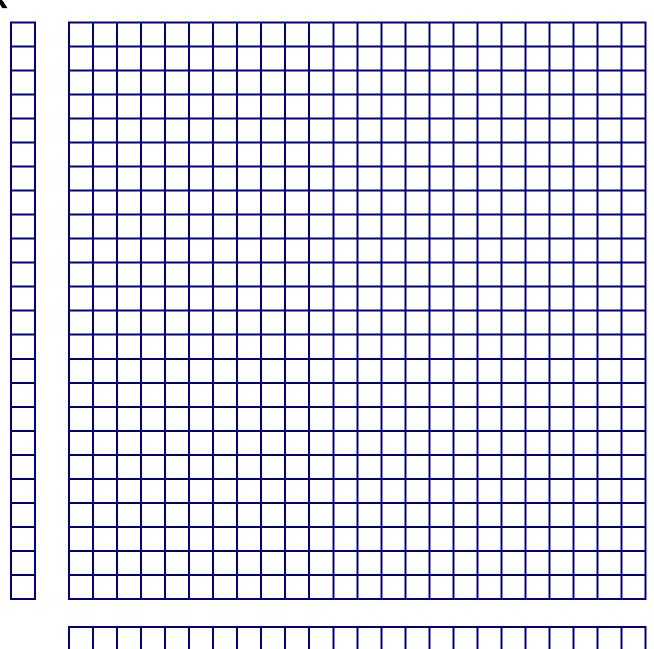
LIGAMENTO
Escalonado : ....
Base de evolución : ....
Tipo de tejido : ....

COEFICIENTES DE LIGADURA
Urdimbre : ....
Trama : ....
Medio (tejido) : ....

DISPOSICIÓN DE COLORES

Urdimbre			Trama		
Color	Densidad lineal	Número de hilos	Color	Densidad lineal	Número de pasadas

EFECTO DE COLOR



Análisis realizado por: ……………………………………..

CÁLCULOS EN TELARES

Se muestran a continuación algunas fórmulas empleadas para los cálculos de producción:

METROS DE TEJIDOS QUE DEBEN PRODUCIRSE EN UN DÍA DE TRABAJO ININTERRUMPIDO

$$m/día\ teóricos = \frac{rpm \cdot 14{,}4}{pas/cm}$$

Donde:

rpm : velocidad del telar, equivale a la cantidad de pasadas insertadas a través de la calada en un minuto

pas/cm : densidad de trama del tejido

METROS DE TEJIDOS PRODUCIDOS EN UN DÍA

$$m/día\ reales = \frac{(L_{actual} - L_{anterior}) \cdot 10}{pas/cm}$$

Donde:

L_{actual} : es la lectura actual del contador de pasadas, en millares

$L_{anterior}$: es la lectura anterior del contador de pasadas, en millares

Observación: Para un cálculo correcto de los metros de tejido producidos, las lecturas deben realizarse con una diferencia exacta de 24 horas.

EFICIENCIA DEL TELAR (en porcentaje)

$$\%E = \frac{m/día\ reales}{m/día\ teóricos} \cdot 100$$

$$\%E = \frac{(L_{actual} - L_{anterior}) \cdot 69{,}44}{rpm}$$

Ejemplo: Calcular la eficiencia de un telar que trabaja un artículo con 21,4 pas/cm, la velocidad de la máquina es 510 rpm y el contador de millares de pasadas hoy indica 44362, mientras que ayer registraba 43723.

$$\text{m/día teóricos} = \frac{510\ \text{rpm} \cdot 14{,}4}{21{,}4\ \text{pas/cm}} = 343{,}2$$

$$\text{m/día reales} = \frac{44362 - 43723\ \ \cdot 10}{24{,}4\ \text{pas/cm}} = 298{,}6$$

$$\%\text{E} = \frac{298{,}6\ \text{m}}{343{,}2\ \text{m}} \cdot 100 = 87$$

O podemos usar directamente la segunda fórmula

$$\%\text{E} = \frac{(44362 - 43723) \cdot 69{,}44}{510\ \text{rpm}} = 87$$

Mapa conceptual del tejido de calada

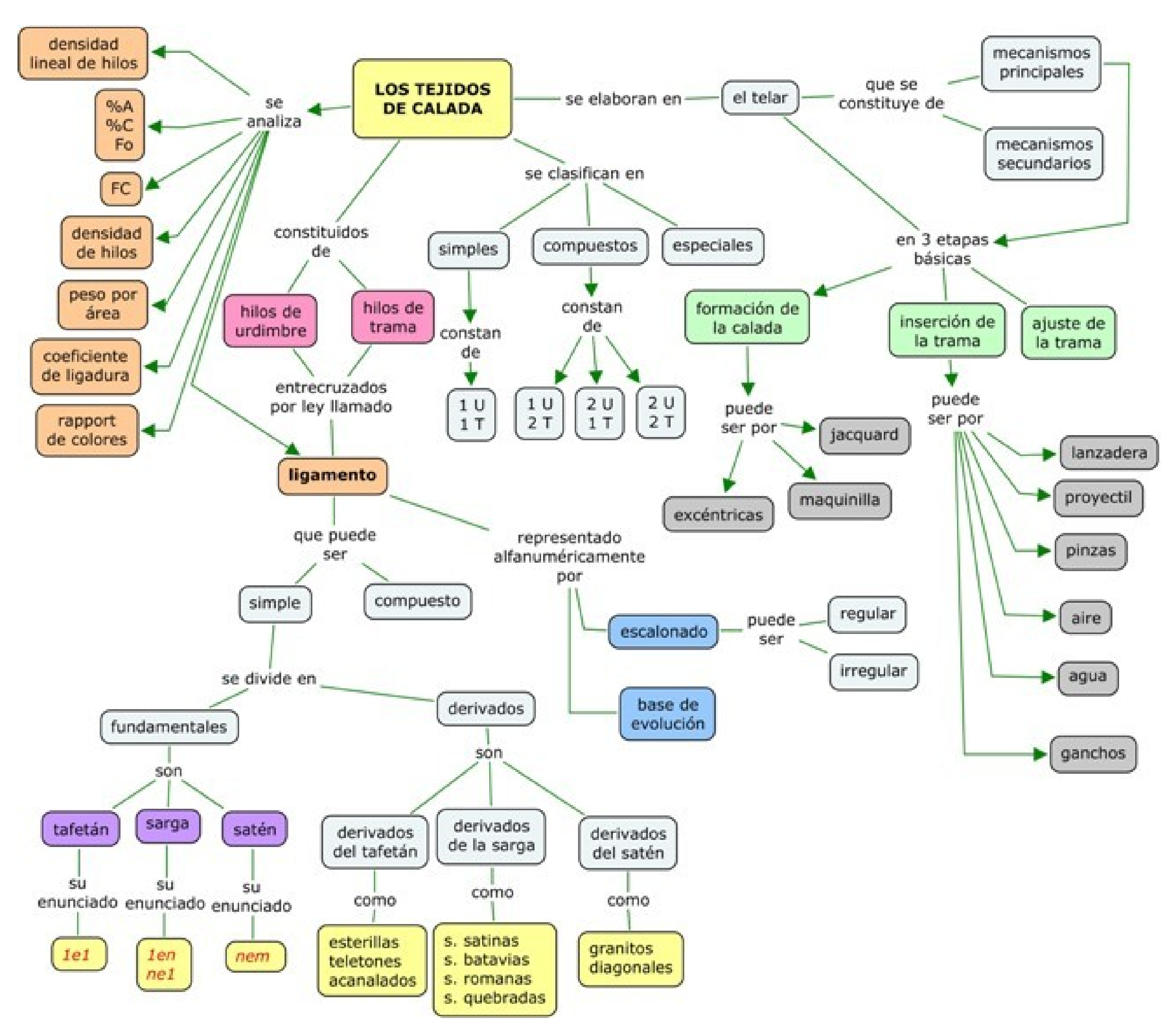


Fig. 114

CONTROL DEL APRENDIZAJE

1. Un tejido presenta el siguiente ligamento: 3 **e** 4 **b** 4,3. Determine su **klu**, **klt** y **klm**.

2. Se cortó un cuadrado de tela de 10 cm x 10 cm, al estirar los hilos hasta que pierdan su ondulación, se midió 10,54 cm en la urdimbre y 10,46 cm en la trama. Calcular:
   - El porcentaje de contracción *%C*
   - El porcentaje de alargamiento *%A*
   - El factor de ondulación *Fo*

3. Se tiene una muestra de tejido para realizar un análisis. Al observar la evolución de 24 hilos durante 24 pasadas, se obtuvo el ligamento de la figura 115.

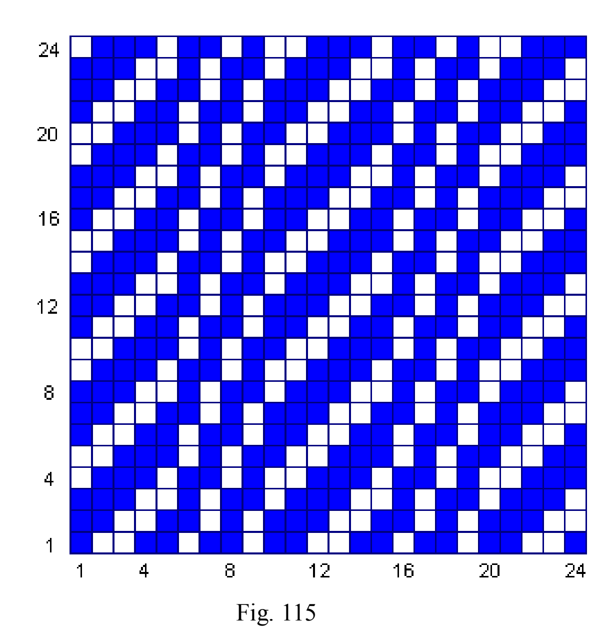


Fig. 115

El rapport de colores se determinó del siguiente modo:

R.U: 1A, 1B

R.T: 1B, 1A

Al cortar un área de 100 cm^2 de la muestra y colocarla sobre una balanza, ésta registra un peso de 1,6 gramos.

Por último, los resultados de la determinación de la densidad lineal, densidad de hilo y alargamiento aparecen en la tabla 4:

	Urdimbre (A=B)	**Trama (A=B)**
Ne	26/1	20/1
densidad (hilos/cm)	32	28
% A	5,8	4,8

Tabla 4

Con los datos obtenidos del análisis de la muestra:

- ❒ Determinar el rapport de ligamento
- ❒ Sobre una hoja de diseño, generar el efecto de color
- ❒ Calcular el factor de ondulación de urdimbre y trama
- ❒ Calcular el factor de cobertura del tejido
- ❒ Calcular el coeficiente de ligadura medio
- ❒ Determinar los g/m^2 (método práctico). Convertir a $onzas/yd^2$
- ❒ Determinar los g/m^2 (método teórico).
- ❒ Calcular, para una longitud de tejido de 3500 metros y 1,65 metros de ancho:
  - Longitud de hilos para urdir (no considerar la merma de la tejeduría).
  - Consumo aproximado de la trama (kg por color).
  - Rendimiento.

EL GÉNERO DE PUNTO

Los géneros de punto son tejidos obtenidos mediante el **entrelazamiento de hilos**, esto puede obtenerse de forma manual, o con el empleo de máquinas, en todo caso, esta operación recibe el nombre de *tricotaje*.

La estructura particular de los géneros de punto les brinda ciertas características que los diferencian de los tejidos de calada, por ejemplo:

- Presentan mayor confort en su uso, pues tienen la particularidad de amoldarse al cuerpo debido a la elasticidad que otorga su estructura.
- Poseen una apariencia más pulcra ya que no presentan arrugas
- La propiedad elástica confiere una ventaja económica respecto a los moldes de la confección, ya que otorga la posibilidad de unificación de partes (delantero y espalda) y talles.
- Poseen un encogimiento superior (hasta un 5% frente a un 2% de los tejidos de calada).

Ventajas de la maquinaria de géneros de punto sobre la del tejido de calada

- Normalmente, la velocidad de producción en máquinas de tejido de punto es mayor a la producida en un telar de calada.
- Los cambios en la maquinaria son más rápidamente adaptables a los cambios de la moda en relación a los telares para tejidos de calada.
- Una ventaja única en el tejido de punto es que tiene la posibilidad de realizar prendas completas prescindiendo de los procesos de tizado, corte y confección (maquinaria *full fashion*).



Fig. 116 Tizado y corte tradicional para una prenda

Fig. 117 Fabricación de una prenda sin mermas por corte

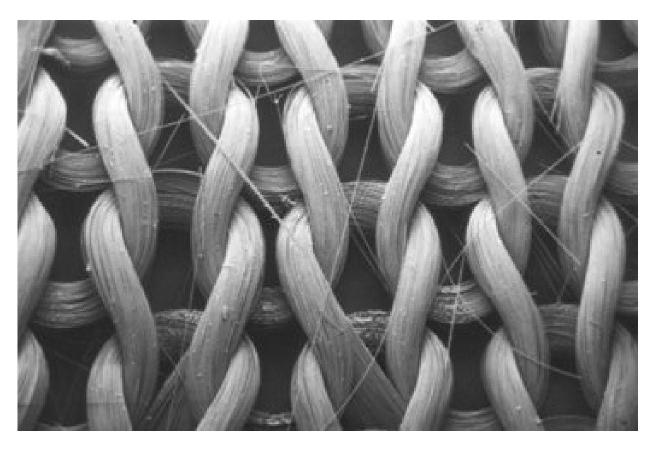


Fig. 118 Vista ampliada de un género de punto (jersey)

CLASIFICACIÓN DE LOS GÉNEROS DE PUNTO

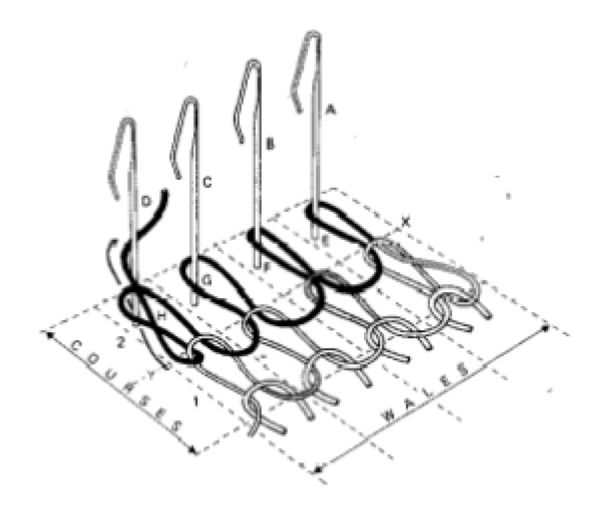
Se consideran dos tipos:

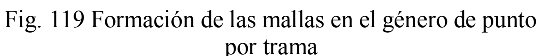
a) GÉNERO DE PUNTO POR TRAMA

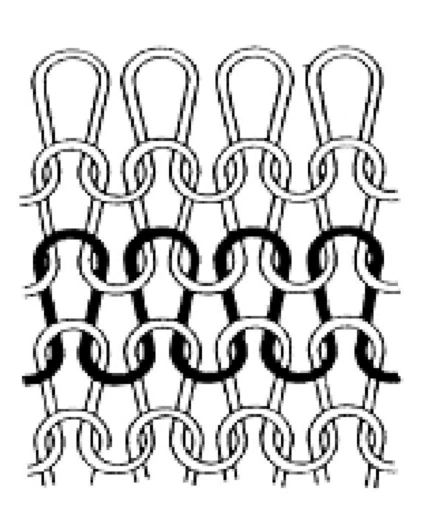
Es el que está constituido por un único hilo que se suministra en todas las agujas y va formando mallas en sentido transversal.

La formación de mallas de un mismo recorrido horizontal (pasada) puede lograrse de dos formas distintas, dependiendo del tipo de máquina utilizado:

- Por formación consecutiva de una malla tras otra (sistema utilizado en máquinas llamadas circulares y rectilíneas).
- Por formación simultánea de todas las agujas a la vez (sistema utilizado en telares rectos tipo Cottón – descendientes del artilugio de W. Lee – y en los telares circulares de mallosas – prácticamente en desuso).




Fig. 119 Formación de las mallas en el género de punto por trama


Fig. 120 Género de punto por trama

b) GÉNERO DE PUNTO POR URDIMBRE

Se forma al suministrar un hilo distinto a cada una de las agujas de la máquina, es decir, se utiliza un número de hilos igual a la cantidad deseada de columnas de mallas del tejido. La formación de mallas es siempre simultánea, y puede realizarse en máquinas rectilíneas (llamadas *Ketten* – por su origen de movimientos por cadena –, *Raschel* – en honor a una cantante francesa que utilizaba vestidos de puntilla –, y *Crochet* – galicismo adoptado internacionalmente –) o en máquinas circulares (de vaivén y milanesas).

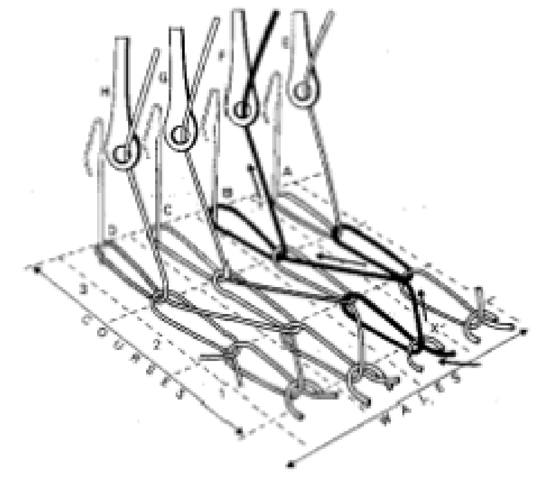


Fig. 121 Formación de las mallas en el género de punto por urdimbre

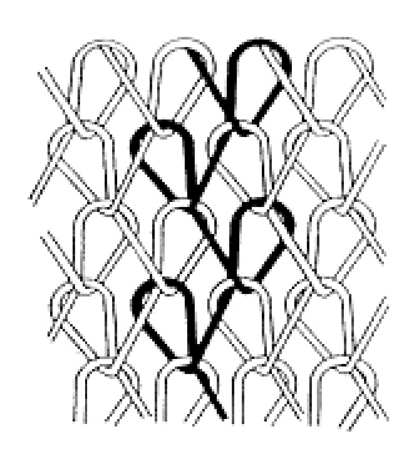


Fig. 122 Género de punto por urdimbre

Las características básicas que servirán para diferenciar ambos tipos de tecnología (por trama y por urdimbre) pueden resumirse en la tabla 5.

	Género de punto por trama	**Género de punto por urdimbre**
Alimentación de los hilos	Consecutiva: una aguja después de otra	Simultánea, todas las agujas al mismo tiempo
Formación de las mallas	Correlativa (excepto en Cottón: simultánea)	Simultánea, todas a la vez
Dirección del hilo alimentado sobre el tejido	Horizontal (forma pasadas)	Vertical (forma columnas)
Entremallas	Horizontales	Verticales y oblicuas
Tipo de aguja empleada (habitual)	De lengüeta (excepto Cottón: prensa), y algunas compuestas	De lengüeta, prensa, y compuesta
Tipos de malla	Malla, malla cargada y malla retenida	Abiertas, cerradas y mallas cargadas
Obtención de las variantes de malla	Por diferentes movimientos de la aguja	Por movimiento de las agujas o por desplazamiento de guiahilos
Usualmente se trabaja con	Hilos de fibra discontinua	Hilos de filamento
Aparición del efecto	Suele aparecer por la cara del tejido	Se reproduce en el revés del tejido
Deshilachado del tejido	Suele desmallarse (deshacerse su estructura) con facilidad	Es indesmallable

Tabla 5

PRINCIPALES TIPOS DE MÁQUINAS

Aunque los tejidos del género de punto están formados por mallas, no todos son iguales, ya que las diferencias de estructuras y los métodos de formación de mallas les confieren a cada uno de ellos unas propiedades y/o aspecto a menudo difíciles de comparar.

Se puede hacer una clasificación de las máquinas de género de punto siguiendo diferentes criterios, presentamos dos ejemplos: en la figura 123 se muestra la clasificación según sus características constructivas y en la figura 124 aparece según el tipo de agujas que albergan.

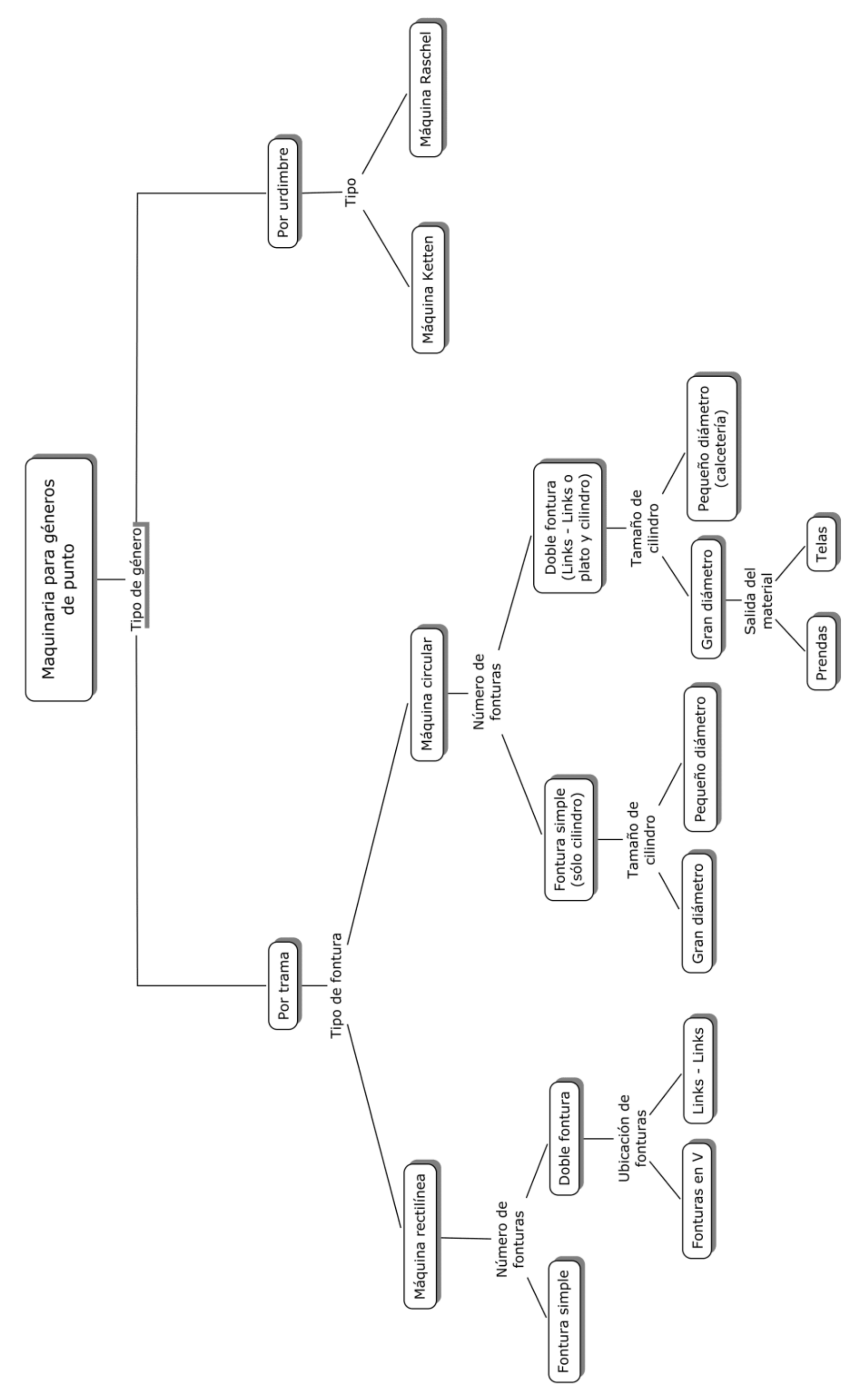


Fig. 123 Clasificación de las máquinas de tejido de punto según sus características constructivas

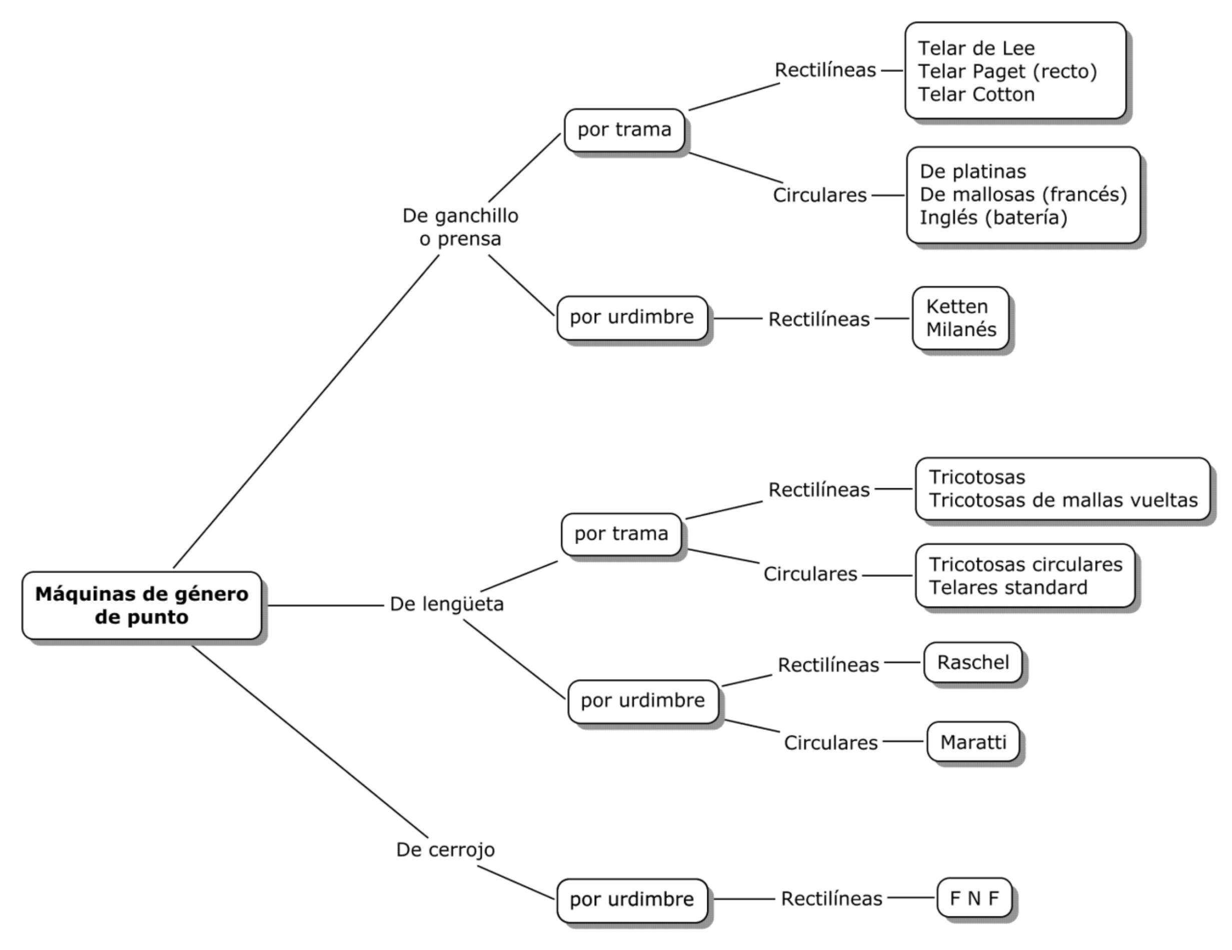


Fig. 124 Clasificación de las máquinas de tejido de punto según el tipo de agujas que emplea

DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINARIA

Debemos hacer una distinción entre los dos tipos de máquinas tejedoras para géneros de punto por trama, así tenemos:

Máquinas de fonturas planas

Llamadas máquinas rectilíneas (fig. 128), por la forma de sus fonturas, siempre presenta dos de éstas en forma de barras. Estas fonturas pueden estar:

- Inclinadas en un ángulo de 90º - 100º una respecto a la otra, en forma de V invertida.
- Alineadas en el mismo plano horizontal (180º), denominadas links-links.

Las máquinas rectilíneas pueden ser accionadas manualmente (como el caso de las máquinas domésticas o semi industriales) o por transmisión mecánica.

Su característica es que la fontura permanece estacionaria y el sistema para el accionamiento de las agujas (levas) se desplaza dentro de un elemento llamado carro portalevas. Debido a esto, la generación de cursas o pasadas se realiza de forma intermitente.

Son muy empleadas para elaborar chalinas, cuellos, puños, paños. Además, gracias al avance tecnológico, pueden programarse para elaboras piezas con formas determinadas para la confección – sobre todo de chompas – e incluso hasta fabricar prendas completas.

Máquinas con fonturas (s) cilíndrica(s)

Llamadas máquinas circulares (fig.129) por la forma de la fontura que presenta, que pueden ser:

- **una sola**, donde tiene forma cilíndrica, llamándose entonces máquina *monofontura*
- **dos**, donde una tiene forma cilíndrica y la segunda se ubica encima de la primera, esta fontura superior puede tomar forma de disco (*plato o dial*) o también puede ser cilíndrica (entonces se denomina sistema *cilindro sobre cilindro*, muy común en las máquinas calcetineras).

Alrededor de las fonturas, se disponen varios juegos de levas, cada uno de ellos con una alimentación de hilo, así, al conjunto de un juego de levas y una entrada de hilo se le conoce comúnmente como *sistema*.

A diferencia de las máquinas rectilíneas, tienen como característica que los sistemas permanecen estacionarios y la fontura (o fonturas) tiene movimiento rotacional (giro). Debido a esto, la generación de cursas o pasadas se realiza de forma constante.

CONCEPTOS BÁSICOS EN LAS MAQUINARIA DE GÉNEROS DE PUNTO

DIÁMETRO

En las máquinas circulares monofontura (cilindro) y de dos monturas (plato y cilindro) se toma como diámetro nominal el correspondiente al círculo básico de agujas del cilindro. Se expresa en la gran mayoría de los casos, en pulgadas inglesas; en forma aislada se expresa también en milímetros.

Influye directamente en los anchos (tubular y abierto) del tejido que elabora, aunque inmediatamente éste sufre una disminución apenas abandona la zona del cilindro. Ésta pérdida depende de ciertos factores (tensión en el mecanismo de estiraje, elasticidad del hilo, longitud de la malla, tipo de ligamento, etc.), por ejemplo, para un género jersey es normal que la pérdida a lo ancho sea de más o menos un 30%.

Ejemplo

Si una máquina de ϕ 30” fabrica un género jersey tubular y éste experimenta un encogimiento del 25 por ciento a la salida del cilindro ¿cuál será su ancho en centímetros?

Ancho abierto del tejido en la zona del cilindro

$$A = 30" \cdot 3{,}1416 = 94{,}248" = 240 \text{ cm}$$

Ancho abierto del tejido fuera del cilindro (pérdida del 25% del ancho)

$$A = 240 \text{ cm} \cdot 0{,}75 = 180 \text{ cm}$$

Ancho tubular del tejido enrollado

$$A = \frac{180 \text{ cm}}{2} = 90 \text{ cm}$$

GALGA

Viene a ser el número de agujas que caben en una pulgada inglesa (1 pulgada = 25,4 mm) medida en una fontura. Normalmente, la galga se denota con la letra **E**. Así, por ejemplo E24 indica una máquina con 24 agujas por pulgada en su fontura.

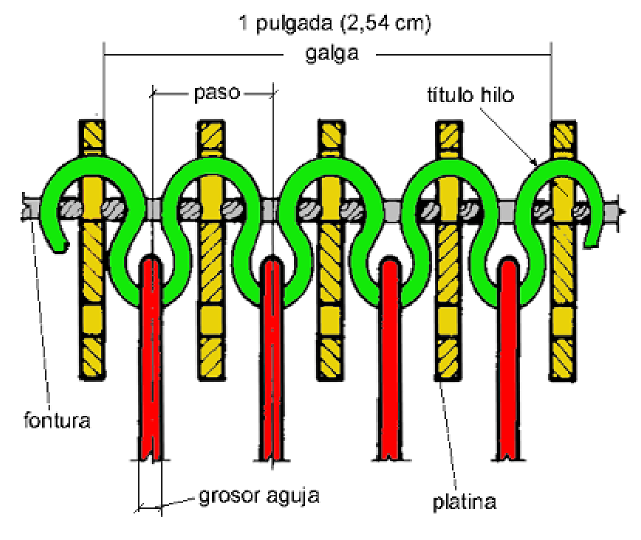


Fig. 125

Es importante que para lograr un buen resultado debe adecuarse el título del hilo a la galga de la máquina. Existe en la literatura técnica muchas tentativas de formulación para la relación óptima del título de hilo por galga de máquina, pero no hay nada mejor que la constatación práctica de que, por ejemplo, para las máquinas de jersey, el título del hilo ideal es el correspondiente – en número inglés – a la galga de la máquina y aceptándose bien un rango de dos puntos menos hasta cuatro puntos más. Así, por ejemplo, para una máquina galga 24 el hilo ideal sería un 24/1 Ne, en un rango que va desde el 22/1 a un 28/1 Ne.

NÚMERO DE SISTEMAS

Bajo el concepto de sistema se entiende un juego de levas de ascenso y levas de descenso – o conjunto de ellas – con una alimentación de hilo, dispuestos de tal forma en una revolución de la máquina formen una pasada de mallas en todas o en las agujas seleccionadas.

VUELTAS POR MINUTO (rpm)

Indica la velocidad de giro del cilindro de una máquina circular. Depende del principio de trabajo de la misma, de los dispositivos de muestra, de ligamento del tejido y de las características del hilado.

Pregunta: ¿Cuántas cursas tricotará en 30 minutos una máquina circular monofontura de 96 sistemas que gira a 27 rpm?

ELEMENTOS PARA LA FORMACIÓN DE LA MALLA

- **Las agujas**

  La aguja para el género de punto debe ser un elemento de gran precisión, de ésta depende la calidad de la malla y el perfecto funcionamiento de las máquinas; por ello se aplica en su fabricación la más alta tecnología.

  Las agujas pueden ser de tres tipos: *de cerrojo*, *tipo prensa* o *de lengüeta*, siendo éstas últimas las empleadas en las máquinas para los géneros por trama.



Fig. 126 Diversos tipos de agujas para máquinas de género de punto

- **La fontura**

  Se le llama fontura al lecho de acero fresado donde se colocan las agujas de manera equidistante. Cada aguja se desplaza alternativamente dentro de la ranura donde se ubica.

  La separación entre agujas supone también una diferencia en el grosor de la aguja: a mayor separación, más gruesa será la aguja, y por tanto más gruesos serán los tejidos (y el hilo utilizado).

  La fontura puede ser en forma de barra, cilíndrica o de disco, lo que le da el nombre genérico a la máquina.

- **Levas (cerrojos)**

  Su función es el control de agujas, impartiendo a las mismas los movimientos necesarios a lo largo de los canales de la fontura para realizar el ciclo de formación de malla.

  Las levas accionan directamente a los talones de las agujas, mientras las levas de ascenso elevan las agujas, las levas de descenso permiten que éstas bajen.

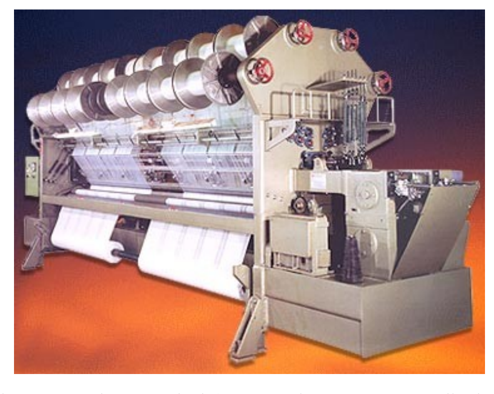


Fig. 127 Telar Raschel (género de punto por urdimbre)



Fig. 128 Tricotosa rectilínea (género de punto por trama)



Fig. 129 Tricotosa circular (género de punto por trama)

ETAPAS DE LA FORMACIÓN DE LA MALLA

En el proceso de formación de las mallas se contemplan las siguientes posiciones de las agujas:

1. **Posición inicial:** Las agujas situadas fuera de la acción de las levas de ascenso se hallan en posición inicial o de reposo.

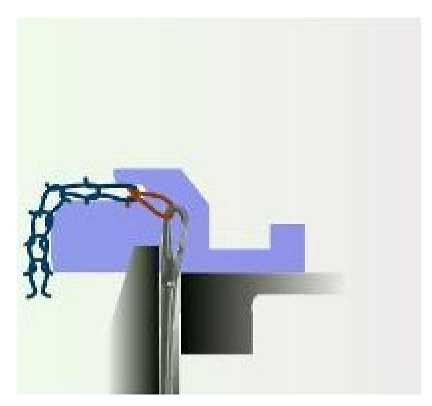


Fig. 130

2. **Posición de media malla o malla cargada:** El talón de la aguja entra en contacto con la leva de ascenso y la aguja es empujada hacia arriba. En esta posición el bucle de la malla anterior se encuentra todavía en la zona de la cabeza de la aguja. Esta posición, asimismo, pertenece a las posibilidades de realización de mallas cargadas.

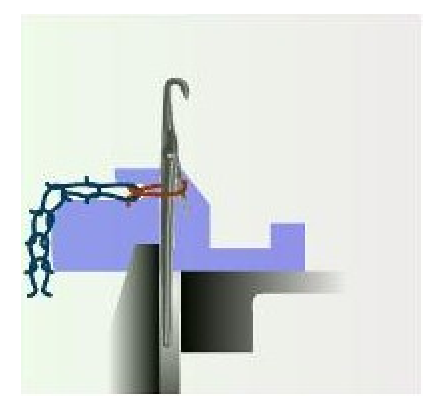


Fig. 131

3. **Posición de máximo ascenso:** La malla anterior se encuentra ahora detrás de la lengüeta abierta, y sujetada por el asta de la aguja. Por medio de elementos de seguridad, como pequeños cepillos o los mismos guiahílos, se evita el cierre de las lengüetas.

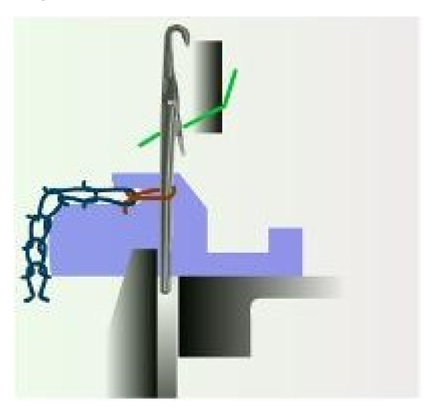


Fig. 132

4. **Posición de recogida:** Mientras la aguja desciende por la acción de la leva de formación (descenso), recoge con el gancho el hilo que le es suministrado por el alimentador.

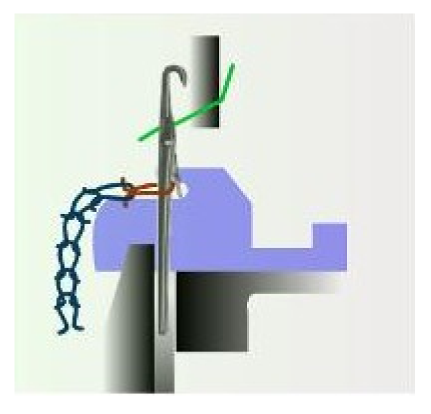


Fig. 133

5. **Posición de desprendimiento:** El nuevo bucle de hilo puede ser ahora formado a través del lazo de la malla anterior. Este movimiento finaliza cuando el talón de la aguja alcanza el punto más bajo de la leva de formación (descenso). <u>*Nota*</u>*: Moviendo este punto de desprendimiento*

mediante el desplazamiento en sentido vertical de la leva de formación, se modifica la longitud de la malla.

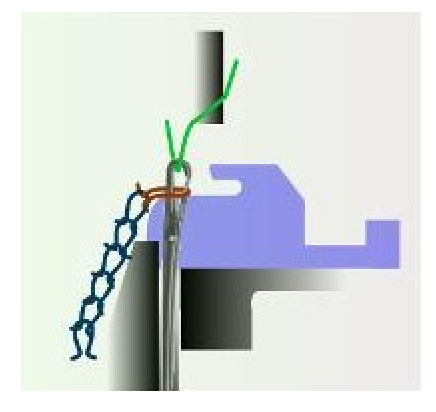


Fig. 134

ELEMENTOS DEL GÉNERO DE PUNTO

*Nota importante: De aquí en adelante, cuando se refiera a los géneros de punto, se entenderá que se trata de los géneros de punto **por trama**, salvo que expresamente se diga lo contrario.*

1. **Malla**. Es la unidad estable más pequeña de todo el tejido de punto. La malla está constituida por:
   - **Cabeza o arco**. Es la parte superior de la malla y es además la zona por la que la aguja retiene el hilo.
   - **Lado**. Es la porción del hilo que une los arcos de mallas con las entremallas. Cada malla tiene necesariamente dos lados, los cuales siempre están dispuestos de manera simétrica, en oposición (forma de **V**).
   - **Pie**. Es la zona de unión entre dos mallas superpuestas (diferentes pasadas), por tanto, es el punto de cruce de dos mallas. La forma de este cruzamiento nos permite identificar si se trata de mallas del derecho o del revés. A la porción de hilo que une los pies de dos mallas contiguas se denomina entremalla.

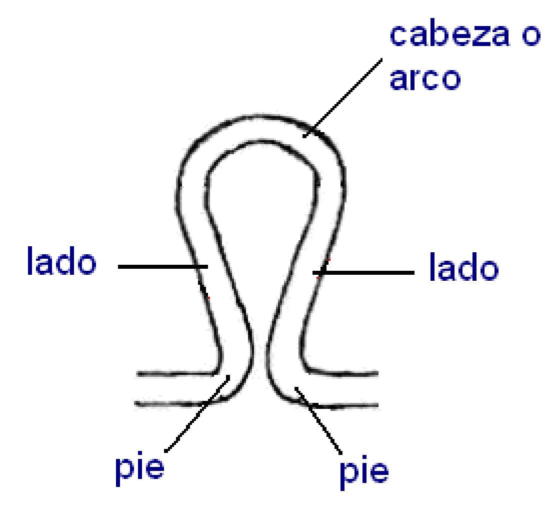


Fig. 135 Partes de la malla

2. **Malla de derecho.** Es aquella que nos muestra en su superficie sólo sus lados, quedando la cabeza y la entremalla escondidos debajo. Asimismo, los lados de la malla se hallan superpuestos y los pies cruzando por detrás de la cabeza de la malla precedente.

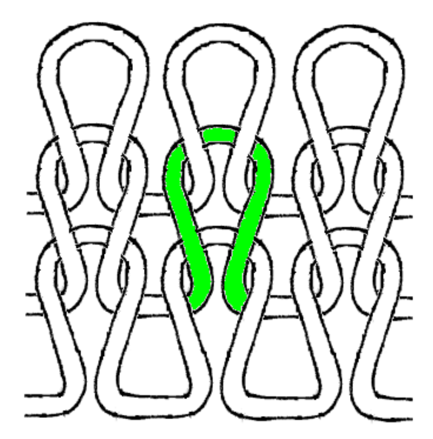


Fig. 136 Malla de derecho

Nota: Dada una malla cualquiera, se entiende por malla precedente a aquella que se formó en la misma aguja, antes de propia malla, es decir, viene a ser la malla ubicada en la misma columna (misma aguja) e inmediatamente debajo (pues el tejido se forma de arriba hacia abajo).

3. **Malla de revés.** Es la malla en la que sus lados cruzan por debajo y sus pies por encima de la cabeza de la malla precedente.

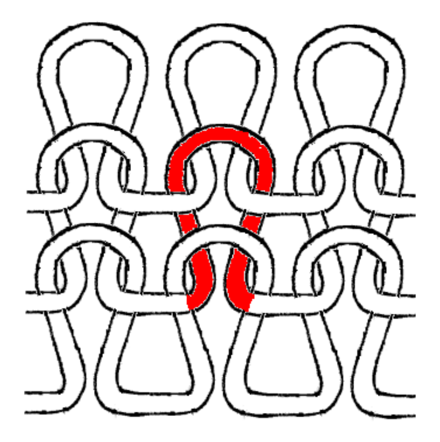


Fig. 137 Malla de revés

4. **Pasada.** Es una hilera horizontal de mallas, formadas consecutivamente una después de la otra por todas las agujas que determinan el ancho del tejido (Figura 138). Se le conoce también como cursa.

   Una pasada involucra una alimentación de hilo; esto quiere decir que, por ejemplo, una máquina circular con 96 alimentadores al dar una vuelta completa, forma 96 cursas.

5. **Columna.** Es hilera vertical de mallas, formadas sucesivamente sobre una misma aguja, y en diferentes pasadas (Figura 138).

El número de columnas presentes en un tejido es igual al número de agujas trabajando en la máquina. Si, por ejemplo, una máquina circular tiene 2259 agujas – y todas trabajan – el tejido resultante presentará 2259 columnas, distribuidas a lo ancho.

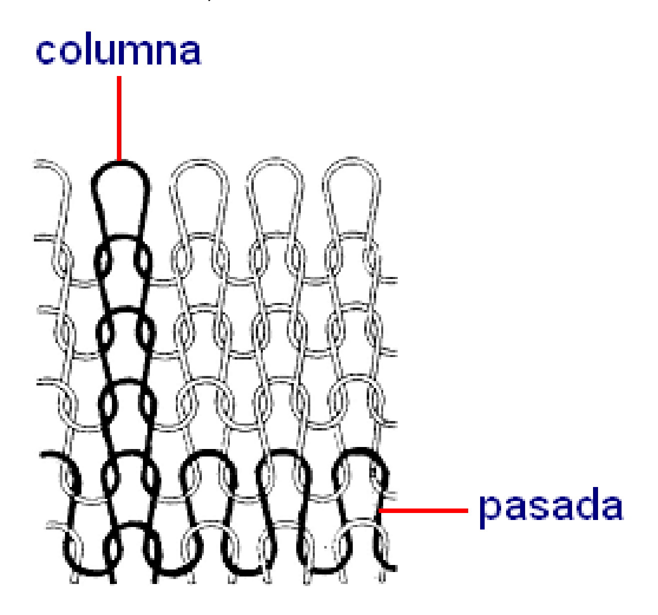


Fig. 138 Columnas y pasadas en un género de punto por trama

ANÁLISIS DE LOS GÉNEROS DE PUNTO

MASA POR UNIDAD DE ÁREA

La masa por unidad de área de los tejidos – comúnmente denominado *gramaje* – es una variable muy importante a controlar en una tejeduría de punto, debido en gran medida al hecho que los géneros de punto son vendidos en función al peso.

Las condiciones de relajación del tejido, las condiciones ambientales del muestreo y el método empleado para la determinación del gramaje, hacen que este parámetro de control no sea del todo confiable para la evaluación de las características del tejido crudo en máquina circular. No así para el tejido acabado, el cual mantiene un estado proporcionado por los procesos de acabado, y en el cual sólo las variables de humedad y encogimiento ejercerán influencia.

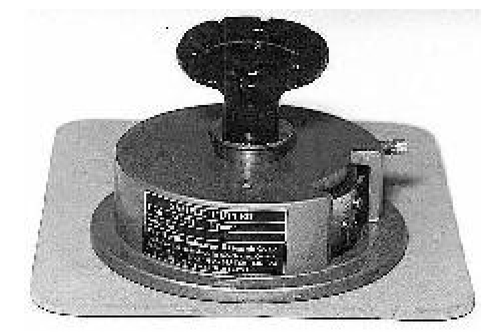


Fig. 139 Cortador circular

Aun así, es necesario mantener la variabilidad del peso por metro cuadrado dentro de cierto rango, y esto se logra mediante el empleo de diagramas de control. La mejor forma de evaluar este parámetro es sacar una muestra después de producido el rollo de tela, ya que en este estado aún no se ha relajado y es un punto de control rápido y constante, para ello existen sacamuestras circulares (fig. 139) de un área conocida.

Tal como se vio para los tejidos de calada, el peso en gramos por metro cuadrado se determina por la fórmula:

$$g/m^2 = \frac{g}{cm^2} \cdot 10000$$

En los géneros de punto, usualmente la tolerancia aceptable es ± 5%. Esto quiere decir que, por ejemplo, para un tejido con gramaje estándar de 250 g/m², la tolerancia sería:

237,5 g/m² – 250 g/m² – 262,5 g/m²

Asimismo, ocurre que en tejido de punto la tela puede presentarse de forma abierta o tubular, en cualquiera de estos casos, se determinan los gramos por metro lineal del siguiente modo:

$$g/m\ lineal = g/m^2 \cdot ancho\ abierto\ (m)$$

$$g/m\ lineal = g/m^2 \cdot ancho\ tubular\ (m) \cdot 2$$

Mientras, el rendimiento se calcula con estas fórmulas:

$$Rendimiento = \frac{1000}{g/m^2 \cdot ancho\ abierto\ (m)}$$

$$Rendimiento = \frac{500}{g/m^2 \cdot ancho\ tubular\ (m)}$$

Ejemplos

a. Se tiene una muestra rectangular de género jersey de 8 cm x 4 cm que pesa 0,5184 gramos. Si el tejido es tubular con un ancho de 0,85 m, calcular los g/m^2 el y rendimiento.

Solución:

– Determinamos el área de la muestra

$$\text{Área} = 8\ \text{cm} \cdot 4\ \text{cm} = 32\ \text{cm}^2$$

– Calculamos el gramaje del tejido

$$\text{g/m}^2 = \frac{0{,}5184\ \text{g}}{32\ \text{cm}^2} \cdot 10000 = 162$$

– Por último, calculamos el rendimiento

$$\text{Rendimiento} = \frac{500}{162\ \text{g/m}^2 \cdot 0{,}85\ \text{m}} = 3{,}63\ \text{m/kg}$$

b. Determinar los valores máximos y mínimos aceptables del peso, en gramos, para una muestra circular de 100 cm^2 si se sabe que el gramaje estándar es 230 g/m^2 y la tolerancia es ± 5%.

Solución:

– Si el gramaje estándar es 230, calculamos cuánto debería pesar una muestra de 100 cm^2, despejando *el peso* de la fórmula general.

$$\text{g/m}^2 = \frac{\text{g}}{\text{cm}^2} \cdot 10000 \Rightarrow \text{g} = \frac{\text{g/m}^2 \cdot \text{cm}^2}{10000}$$

$$\text{g} = \frac{230\ \text{g/m}^2 \cdot 100\ \text{cm}^2}{10000} = 2{,}3$$

– Calculamos el gramaje mínimo aceptable (tolerancia de -5%)

$$\text{g/m}^2\ \text{estándar} - 5\% = 230\ \text{g/m}^2 \cdot 0{,}95 = 218{,}5\ \text{g/m}^2$$

– Determinamos el peso mínimo para una muestra de 100 cm^2

$$\text{Peso (g)} = \frac{218{,}5\ \text{g/m}^2 \cdot 100\ \text{cm}^2}{10000} = 2{,}185$$

– Calculamos el gramaje máximo aceptable (tolerancia de +5%)

$$\mathrm{g/m^2\ estándar} + 5\% = 230\ \mathrm{g/m^2}\ \cdot 1{,}05 = 241{,}5\ \mathrm{g/m^2}$$

– Determinamos el peso máximo para una muestra de 100 cm^2

$$\mathrm{Peso\ (g)} = \frac{241{,}5\ \mathrm{g/m^2} \cdot 100\ \mathrm{cm^2}}{10000} = 2{,}415$$

Respuesta: Dado un tejido con un gramaje estándar de 230 g/m^2, los valores aceptables de peso para una muestra de 100 cm^2, con una tolerancia de ±5% serían:

- Valor mínimo: 2,185 g
- Valor máximo: 2,415 g

DENSIDAD DE COLUMNAS

Viene a ser la cantidad de columnas (conjuntos verticales de mallas) que se encuentran en una unidad de longitud, usualmente se expresa en columnas/centímetro o columnas/pulgada (CPI, *courses per inch*).

La densidad de columnas de un tejido está relacionada con la galga de la máquina empleada.

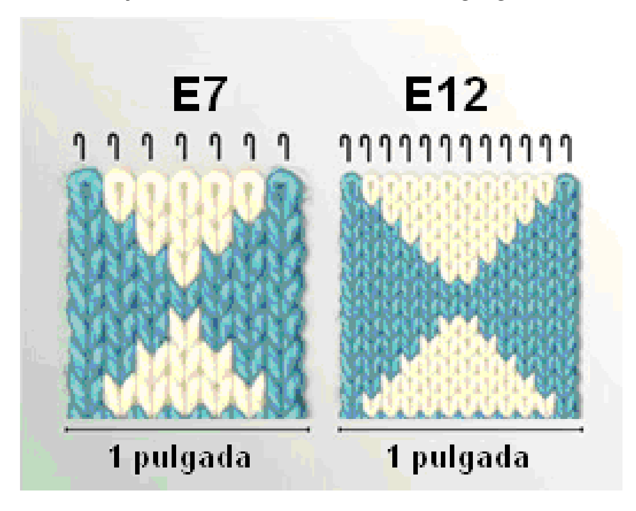


Fig. 140 A mayor galga, tejidos con mayor densidad de columnas.

De manera general podemos calcularla así:

$$col/cm = \frac{nº\ de\ agujas}{ancho\ de\ tejido\ abierto\ (cm)}$$

Al igual que el ancho del tejido, este parámetro también es afectado por la pérdida de dimensiones ocurrida luego de que el tejido sale del cilindro, aunque esta alteración se da en razón inversa.

Ejemplo

Si una máquina circular de ϕ 30” y 2262 agujas fabrica un género jersey tubular y éste experimenta un encogimiento del 25 por ciento a la salida del cilindro ¿cuántas columnas por centímetro tendrá la tela a la salida de la máquina?

Ancho abierto del tejido en la zona del cilindro

$$\mathrm{A} = 30" \cdot 3{,}1416 = 94{,}248" = 240\ \mathrm{cm}$$

Columnas por centímetro del tejido en la zona del cilindro

$$\text{col/cm} = \frac{2262 \text{ agujas}}{240 \text{ cm}} = 9{,}425$$

Ancho abierto del tejido fuera del cilindro (pérdida del 25% del ancho)

$$\text{A} = 240 \text{ cm} \cdot 0{,}75 = 180 \text{ cm}$$

Columnas por centímetro fuera del cilindro

$$\text{col/cm} = \frac{2262 \text{ agujas}}{180 \text{ cm}} = 12{,}567$$

Como se ve, una disminución del ancho de la tela ocasiona que la densidad de las columnas se incremente.

DENSIDAD DE PASADAS

La cantidad de pasadas (cursas) por centímetro o pulgada (WPI, *wales per* inch) está relacionada con la altura de las mallas, y por lo tanto, con la longitud de hilo por cada malla.

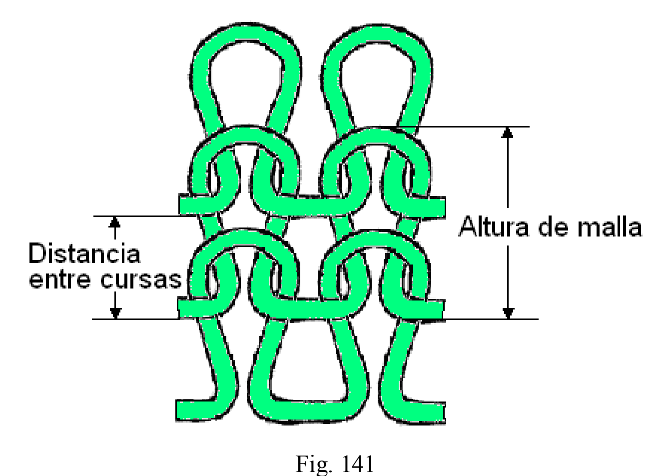


Fig. 141

La densidad de mallas es el producto de la densidad de cursas y la densidad de columnas. Una mayor densidad de mallas implica mayor cantidad de mallas por unidad de área. Por tanto, con una mayor densidad de mallas, obtenemos tejidos más pesados.

Determinación de la densidad de columnas y cursas

Equipos

- ❒ Cualquier dispositivo disponible que permita el conteo y ampliación, tales como lupa cuentahílos, regla, puntero, plantilla de lectura o equipo de proyección.

Preparación del espécimen

- ❒ Se lleva la muestra a condiciones normales en la atmósfera normal de ensayo (20 ± 1°C, 65 ± 2% HR).
- ❒ Se coloca la muestra acondicionada, sin tensión, en una superficie plana horizontal.
- ❒ Se cortan los especímenes con un corte neto y a una distancia del orillo o de los bordes no menor de 1/10 del ancho de la muestra o dentro de los 0,5 m finales de la pieza.

Procedimiento

- Salvo que se indique lo contrario, deben contarse las columnas y las cursas en la cara del tejido.
- Para géneros que presentan 10 mallas por centímetro (25 mallas por pulgada) o más, determinar la densidad de columnas y cursas tomando una longitud de ensayo no menor a 5 cm, sobre cinco diferentes zonas de la muestra, equidistantes tanto a lo ancho y largo de la misma; redondear el resultado al número entero más cercano.
- Para géneros que presentan menos de 10 mallas por centímetro (25 mallas por pulgada), realizar el conteo de cursas y columnas sobre una longitud de 10 cm, sobre cinco zonas de la muestra, distribuidas aleatoriamente a lo ancho y largo de la misma; redondear el resultado al número entero más cercano.
- En géneros de fantasía, donde uno o más hilos no aparecen a intervalos regulares, hacer el conteo al menos en una repetición completa del rapport de cada componente de diseño; redondear el resultado al número entero más cercano.

Nota: En tejidos elaborados en dos fonturas tipo rib, se toma en cuenta al número de columnas que **se observan** en una de las caras, y no al total de columnas que pudiera haber.

Expresión de resultados

Expresar la densidad de columnas y cursas por centímetro o pulgada, con una aproximación al décimo.

Norma técnica relacionada

ASTM D 3887. *Standard Specification for Tolerances for Knitted Fabrics* (Sección 12, *Fabric Count*).

LONGITUD DE MALLA (LM)

Se entiende por longitud de malla o longitud de puntada a la cantidad de hilo requerida para formar un bucle o malla y su valor suele expresarse en centímetros.

Se ha demostrado a través de estudios que el parámetro de control invariable durante todos los procesos que sufre el tejido de punto es la longitud de la malla, la cual ejercerá una influencia directa sobre las características y propiedades del tejido.

Un ensayo muy necesario es la determinación directa sobre el tejido de la longitud de malla, ésta se halla destejiendo 100 columnas (para géneros de 1 fontura y géneros interlock) o 50 columnas (para géneros a dos fonturas acanalados) y midiendo la longitud completa estirada del hilo destejido con una tensión de 1,8 g/tex.

Este control se encarga de verificar que la longitud de malla esté dentro de la tolerancia de variación. Por ejemplo: Si tenemos una LM asignada 0,3 la variación será $0{,}298 \leq 0{,}3 \geq 0{,}302$.

PESO TEÓRICO (g/m^2)

La masa por unidad de área de un género de punto puede determinarse de manera teórica con la fórmula:

$$g/m^2 = \frac{LM\ (cm) \cdot columnas/cm \cdot cursas/cm \cdot 59}{Ne\ del\ hilo}$$ [2]

Como el peso de un tejido de punto depende de tres parámetros, se deduce que es muy importante tener bajo control la longitud de la malla.

FACTOR DE COBERTURA

El factor de cobertura de un género de punto es un número que resulta de la relación de la raíz cuadrada del título tex del hilo y la longitud de malla expresada en centímetros. En este caso, la raíz cuadrada del título tex sustituye la medida del diámetro del hilo que, por su natural irregularidad, impone dificultades para su medición.

$$Factor\ de\ cobertura = \frac{\sqrt{tex}}{LM\ (cm)}$$

El proceso de fabricación de un género de punto empieza por la elección del factor de cobertura correcto y con la galga de la máquina adecuada al hilo disponible o viceversa.

Menor factor de cobertura (mayor longitud de malla)	**Mayor factor de cobertura (menor longitud de malla)**
Menor densidad (menor peso/m^2)	Mayor densidad (mayor peso/m^2)
Mayor elasticidad	Menor elasticidad
Mayor encogimiento (menor estabilidad)	Menor encogimiento (mayor estabilidad)
Mayor ancho	Menor ancho

A mayor área cubierta por el hilado se tendrá menor posibilidad que la forma de la malla se distorsione. Esto se logrará con un factor de cobertura adecuado. Una escala recomendada sería:

- Jersey : 14 a 18
- Interlock : 10 a 14
- Rib 1x1 : 14 a 18
- Piqué : 14 a 18

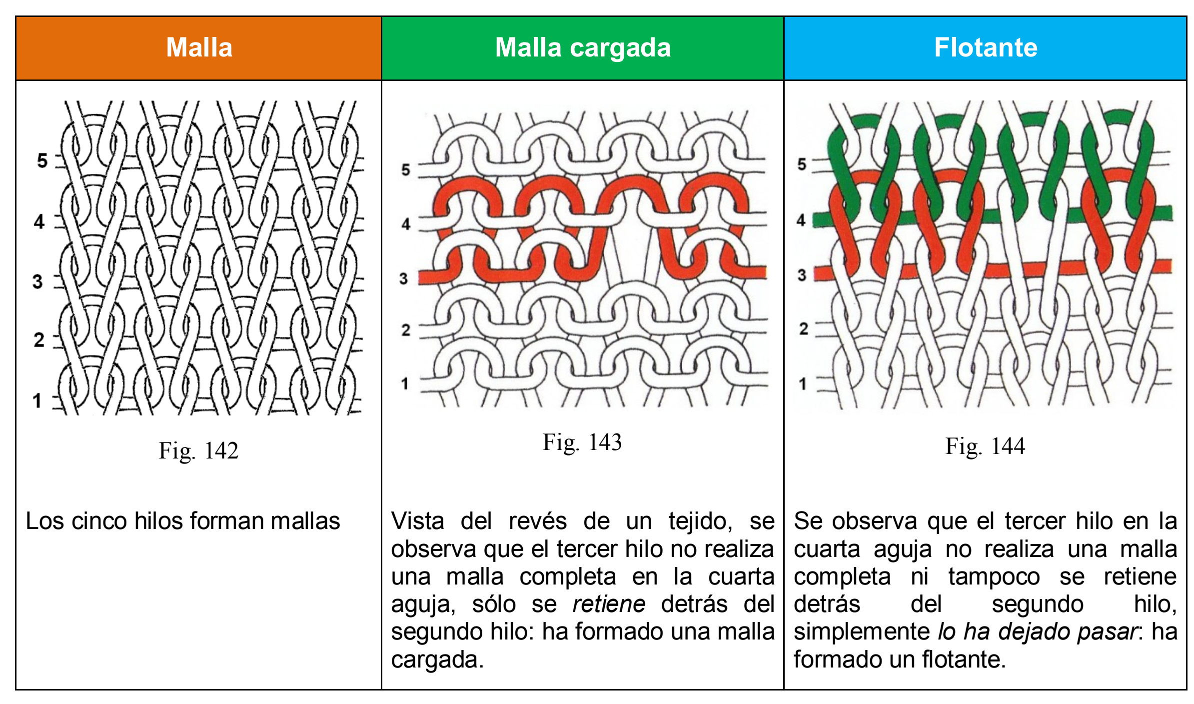
La elección del factor de cobertura para un género de punto depende de aspectos variados y ligados a las dimensiones de la tela acabada. Por supuesto que en la primera práctica, cada productor establecerá sus propios límites comerciales de acuerdo a la calidad de la materia prima, tipo de maquinaria, costos, etc.

[2] Esta fórmula es válida sólo para géneros donde las longitudes de malla y la densidad de cursas es la misma en todo el área del tejido. La fórmula para el gramaje de telas listadas se muestra más adelante.

REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS ELEMENTOS DEL GÉNERO DE PUNTO

a) Representación por entrelazamiento teórico

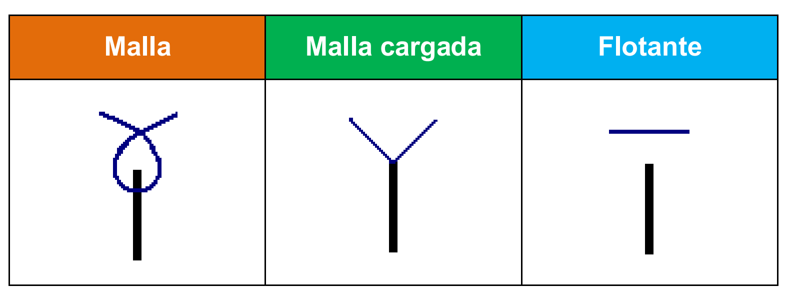
Muestra de forma ampliada cómo se produce el entrelazamiento de los hilos



Malla	Malla cargada	Flotante
Fig. 142	Fig. 143	Fig. 144
Los cinco hilos forman mallas	Vista del revés de un tejido, se observa que el tercer hilo no realiza una malla completa en la cuarta aguja, sólo se *retiene* detrás del segundo hilo: ha formado una malla cargada.	Se observa que el tercer hilo en la cuarta aguja no realiza una malla completa ni tampoco se retiene detrás del segundo hilo, simplemente *lo ha dejado pasar*: ha formado un flotante.

b) Representación por esquema técnico

Llamada también representación por ligadura. Las agujas se grafican mediante unas barras verticales y la forma cómo el hilo se entrelaza o no, se muestra de la siguiente manera:



Malla	Malla cargada	Flotante

c) Representación por símbolos

Es otra forma de graficar los géneros de punto, se emplea los siguientes:

Malla		Malla cargada	Flotante
X	O	·	–

LIGAMENTOS BÁSICOS

Presentan solamente la unidad básica o fundamental del género de punto: la malla.

1. JERSEY

Llamado también *punto liso*, por presentar una superficie lisa y uniforme en la cara, formada por los lados de las mallas y otra superficie rugosa en el revés, formada por los arcos y pies de las mallas. Para su obtención se necesita el trabajo de todas las agujas en sólo una fontura de la máquina.

En la cara del tejido todas las pasadas forman mallas en todas las columnas.

Su rapport aparece en la figura 145.

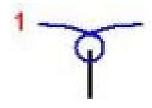


Fig. 145 Jersey

2. RIB

Son géneros tricotados sobre las agujas de dos fonturas. Una misma pasada forma de manera alternada mallas de derecho (mallas en una fontura) y mallas de revés (mallas de la otra fontura). Asimismo unas columnas presentan todas mallas de derecho y otras columnas muestran todas mallas de revés. Esta presentación de las columnas ofrece la apariencia de unas depresiones o canales, de allí el nombre de acanalados que también suele darse a este tipo de tejidos.

Estos tejidos se obtienen alternando las agujas de las dos fonturas (en máquinas rectilíneas o circulares) y tejiendo mallas en todas las agujas de ambas. Según cómo sea la disposición de agujas pueden llamarse acanalados 1 x 1 (fig. 146), 2 x 2 (fig. 147), etc.

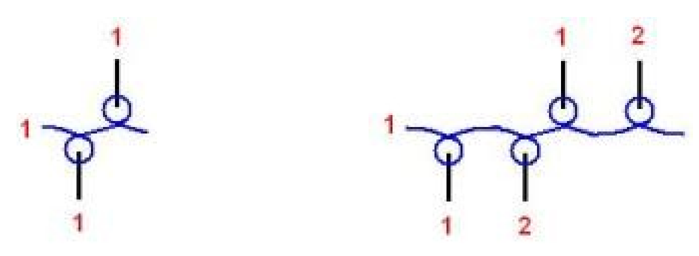


Fig. 146. Rib 1 x 1

Fig. 147. Rib 2 x 2

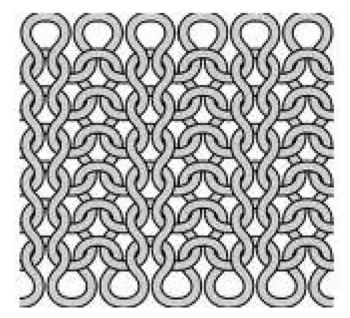


Fig. 148 Aspecto de un rib 1 x 1

3. INTERLOCK (GAMUZA)

Dentro de los muchos géneros que se encuentran en los tejidos de punto por trama, éste destaca por su textura, tupidez y confort. Se realiza en máquinas de dos fonturas, con las agujas de ambas enfrentadas y realizando de manera alternada una pasada de mallas en las agujas impares y una pasada de mallas en las agujas pares (fig. 149).

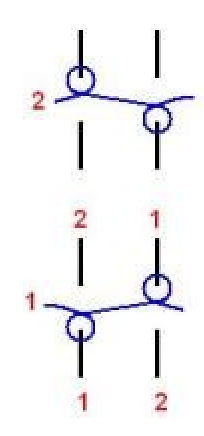


Fig. 149 Interlock o gamuza

4. **LINKS-LINKS**

Este tipo de ligado se caracteriza por presentar de manera alternada una pasada de mallas del derecho con una pasada de mallas del revés. De igual forma, en las columnas aparecen alternadamente mallas del derecho y mallas del revés (fig. 151). Esto se logra en máquinas especiales de dos fonturas (cilindro sobre cilindro) y con agujas de doble gancho, que se desplazan de una fontura a otra.

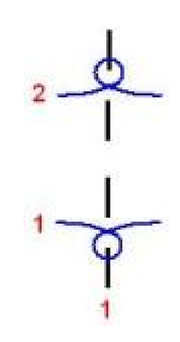




Fig. 150 Link-link

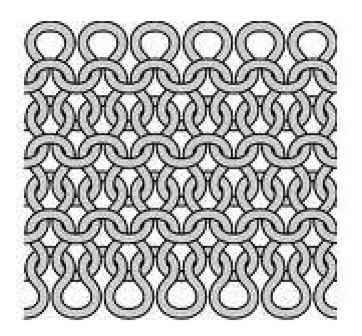


Fig. 151 Alternancia entre pasadas de mallas de derecho y mallas de revés

LIGAMENTOS DERIVADOS

Además de mallas, estos ligamentos presentan mallas cargadas y flotantes.

A continuación se indica algunos de los más conocidos para géneros de una fontura:

1. **GÉNEROS CON RETENIDO (PIQUÉ)**

Son aquellos que combinan mallas y mallas cargadas, formando relieves y efectos particulares en la estructura del tejido.

En la tela estas mallas cargadas permiten lograr la formación de estructuras estables y muy cómodas – algunas con nombre propio – como los famosos géneros piqué o Guilloché.

Los tejidos piqué se encuentran entre los ligados más reconocidos del mundo y su principio de elaboración básicamente combina malla cargada con malla de manera alternada, pudiendo ser estas combinaciones simples o dobles.

1.1 Piqué simple

Combina una malla cargada con una malla en una misma pasada, para luego alternarlas en la siguiente pasada, interrumpidas en ambos casos con una pasada completa de mallas (jersey), según la figura 152.

1.2 Piqué doble

Es una variante del piqué simple, donde se aparece dos veces cada pasada con malla cargada y malla, para alternarse en el siguiente par de pasadas, aunque siempre separadas cada serie por una pasada de jersey (figura 153).

1.3 Piqués cruzados

Estos géneros, a diferencia de los anteriores – de los cuales derivan – no presentan en su ligamento ninguna pasada completa de mallas (pasadas jersey); así como los piqué, pueden ser simples (figura 154) o dobles (figura 155). Estos géneros también toman el nombre de piqués Lacoste.

1.4 Piqué perlado

Combina una malla cargada con una malla en una misma pasada, seguida con una pasada completa de mallas (jersey), según la figura 156.

1.5 Mini piqué

Es una variante del piqué simple, donde se alternan invertidas las pasadas con malla cargada y malla, pero siempre separadas cada serie por dos pasadas de jersey (figura 157).

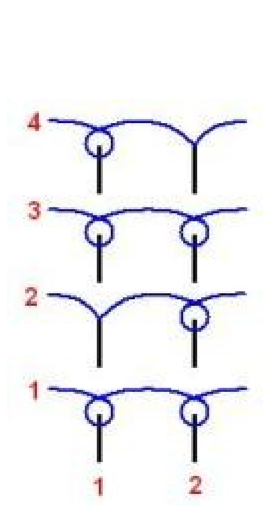


Fig. 152 Piqué simple

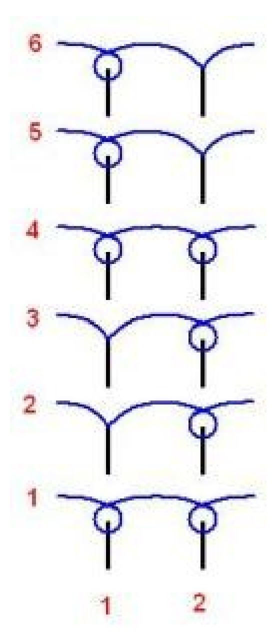


Fig. 153 Piqué doble

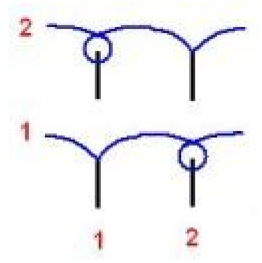


Fig. 154 Piqué cruzado simple

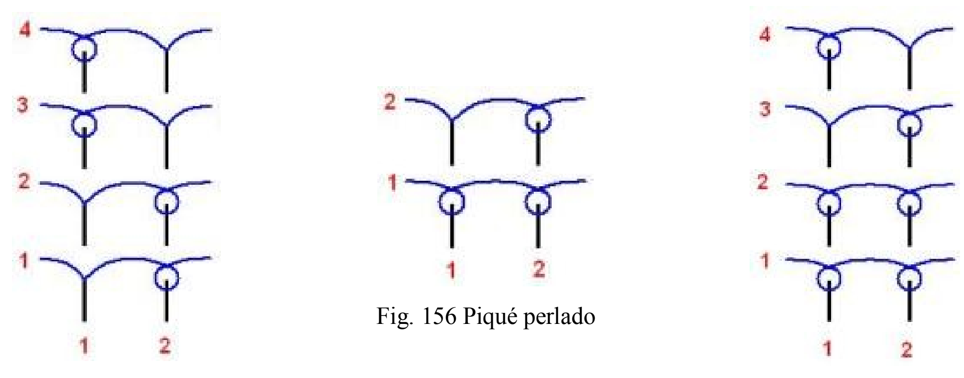


Fig. 155 Piqué cruzado doble

Fig. 156 Piqué perlado

Fig. 157 Mini piqué

2. GÉNEROS CON FLOTANTE

2.1 FRANELAS

Son obtenidos en máquinas de una fontura, donde en la combinación de sus vías técnicas se logran tejidos que se obtienen – dependiendo del ligamento – en dos, tres o cuatro pistas. También se pueden lograr en máquinas que cuentan con sistemas de selección de agujas (sistema mini jacquard), siendo en estos casos tejidos con flotantes en mayores combinaciones. De cualquier forma estos tejidos en la mayoría de los casos son sometidos a procesos de acabado físico (perchado), ofreciendo al final un producto que en una de sus caras presenta una superficie suave y esponjosa, la misma que se utiliza en la cara interior de las prendas. Este género tiene mucho uso en la elaboración de sudaderas y buzos deportivos.

Dentro de estos tejido, el tipo más difundido es la franela 3 x 1 (figura 158), esta denominación específica hace referencia a que los flotantes se representarán en el tejido en un máximo de 3 agujas, para luego sostenerse en el tejido base con mallas cargadas en el espacio correspondiente a la cuarta aguja. Los flotantes se presentan de manera alternada cuando se compara la primera pasada de flotantes con la segunda pasada de flotantes, entre cada pasada de flotantes se presenta una pasada de jersey.

2.2 JERSEY CON BASTAS

Llamado también *falso jersey* o *jersín*, es un género que alterna pasadas de malla y flotante, con pasadas de flotante y malla (figura 159).

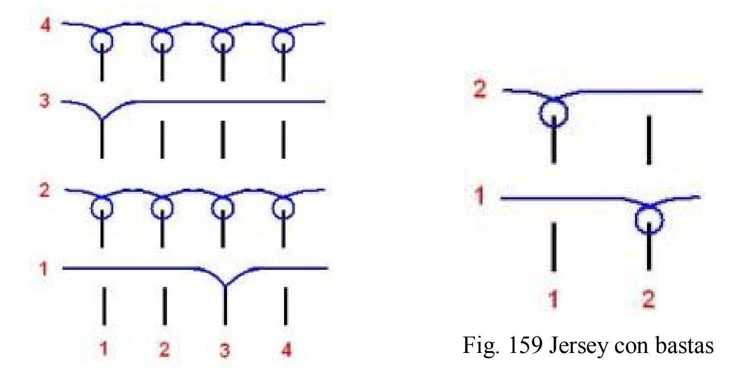


Fig. 159 Jersey con bastas

Fig. 158 Franela 3 x 1

	Género	Fonturas	Caras iguales	Área de rapport	
				Agujas	Pasadas
Básicos	Jersey	1	No	1	1
	Rib 1 x 1	2	Sí	1 + 1	1
	Interlock	2	Sí	1 + 1	2
	Links-links	2	Sí	1	2
Con mallas cargadas	Piqué simple	1	No	2	4
	Piqué doble	1	No	2	6
	Piqué cruzado simple	1	No	2	2
	Piqué cruzado doble	1	No	2	4
	Piqué perlado	1	No	2	2
	Mini piqué	1	No	2	6
Con flotantes	Franela 3 x 1	1	No	4	4
	Jersey con bastas	1	No	2	2

Tabla 6

Adicionalmente a los géneros en la tabla 6, se pueden crear variantes:

- Empleando listados de colores tipo *feed* o *ingeniería*
- Permitiendo el ingreso de dos hilos distintos en cada uno de los sistemas de la máquina (vanisado)
- Obteniendo dibujos mediante la selección de agujas (mini jacquard, ruedas, sistemas electrónicos)

GÉNEROS LISTADOS

El listado es un nombre genérico aplicado a los tejidos que presentan efectos de listas verticales (longitudinales) o listas horizontales (transversales), obtenidas por medio de ligamentos, combinaciones de hilos de color, o combinaciones de varios hilos distintos.

- Si el listado es vertical, se necesita programar la máquina para lograr que las agujas tomen un determinado color de hilo, logrando de esta manera un rayado en el sentido de las columnas.
- Si el listado es horizontal, son realizados en máquinas circulares y se obtienen por:
  a) Una distribución de conos de hilos de colores en la fileta, es conocido como **listado feed**. El tamaño del rapport de colores está limitado al máximo por el número de alimentadores (sistemas) que posee la máquina, por ejemplo, una tricotosa circular de 112 alimentadores, no podrá realizar listados que tengan un rapport de 120 pasadas.
  b) Un mecanismo listador para el cambio de hilos con mando mecánico o electrónico; en cada inicio de vuelta del cilindro, este mecanismo enhebra automáticamente las agujas con hilos de diferentes tipos y color según una programación, si se programa una selección de pasadas diferente en cada vuelta, entonces se tiene un listado cuyo rapport de pasadas es el producto de las vueltas programadas por el número de sistemas trabajando. Es el denominado **listado ingeniería**.



Fig. 160 Géneros de punto listados

CONSUMO DE HILOS

Al analizar ciertos géneros puede observarse más de un tipo de hilo, como en los:

- tejidos con hilos de dos o más colores, sean listados o con diseños,
- tejidos vanisados (calcetería, géneros licrados, tejidos con efecto de dos caras),
- tejidos con construcción a base de diferentes hilos (algunas franelas, waffles, etc),

En estos casos es necesario conocer la presencia – en peso – de cada hilo componente, y esta presencia se expresa como un porcentaje, denominado **consumo**, que se calcula de la siguiente manera:

$$\%_{consumo} = \frac{Peso\ del\ hilo\ componente\ (g)}{Peso\ de\ la\ muestra\ (g)} \cdot 100$$

Ejercicio: Se analizó un *French Terry* licrado y se obtuvieron los pesos, mostrados en la tabla 7; de acuerdo a éstos, expresar el consumo para cada hilo componente.

HILADO			Peso (g)	Consumo (%)
Sistemas	Densidad lineal	Descripción		
48	24/1 Ne	GREY HEATHER FJS 1C549	0,4389	
48	40/1 Ne	GREY HEATHER FJS 1C549	0,5796	
48	30 Den	SPANDEX	0,0315	
		Total		

Tabla 7

ANÁLISIS DE GÉNEROS LISTADOS

Precaución: Se deben tener las manos secas para evitar alterar los pesos con la humedad.

a) Determinar el rapport de colores

- Cortar un área determinada de tejido.
- Anotar la cantidad de colores que intervienen en el diseño.
- Realizar una marca en una pasada, ésta nos servirá de referencia.
- A partir de la marca de referencia, contar – hacia arriba – el número de pasadas del primer color de hilo, hasta llegar a la primera pasada del segundo color, anotar este dato en una hoja. El conteo puede realizarse por observación directa sobre la muestra o mediante el deshilachado de ésta pasada por pasada.
- A partir de la primera pasada del segundo color, contar – siempre hacia arriba – el número de pasadas hasta llegar a la primera pasada de la siguiente franja de otro color, anotar este dato en una hoja.
- Repetir el paso anterior tantas veces sea necesario hasta observar una repetición en la relación de pasadas de colores de la muestra. La repetición mínima de pasadas de color es el rapport de color.
- Registrar los resultados finales en el formato.

b) Determinar las medidas de cada lista

- Medir la altura (en pulgadas o mm) de cada una de las listas de colores que componen el rapport del diseño.
- Registrar los resultados en el formato.

c) Determinar del consumo por color

- Cortar una muestra del tejido de tal forma que todas las pasadas tengan el mismo número de columnas.
- Destejer la primera lista de la muestra pasada por pasada, agrupar estos hilos.

- Continuar destejiendo la muestra hasta retirar el último hilo de la última lista del rapport de color. Tener cuidado para no mezclar los sucesivos grupos de hilos que se irán formando al destejer las listas.
- En una balanza de precisión pesar cada uno de los grupos de hilos. Registrar los pesos en el formato. La sumatoria de los pesos de las listas es el peso total de la muestra destejida.
- Calcular el consumo (porcentaje sobre el peso) de cada lista
- Calcular el consumo total por cada color de hilo y registrarlo en el formato.

Ejemplo: Se tiene un jersey listado ingeniería 20/1 Ne

Muestra	Pasadas	Altura (mm)	Peso (g)	Consumo (%)
B	141	81	1,252	50,38
A	61	35	0,540	21,73
B	17	10	0,159	6,4
A (Inicio)	61	35	0,534	21,49
Total	280		2,485	100

TOTAL DE CONSUMO (%)	
A	43,22
B	56,78

CÁLCULOS TEÓRICOS SOBRE GÉNEROS LISTADOS

MASA POR ÁREA (g/m^2)

Sea un tejido listado con **n** colores, su gramaje teórico se calcula sumando los gramajes teóricos de todos los componentes de color:

$$g/m^2\ tejido\ listado = g/m^2{}_x + g/m^2{}_y + \cdots + g/m^2{}_n$$

Mientras que el gramaje teórico de cada componente se determina por la ecuación:

$$g/m^2 = \frac{col/cm \cdot LM\ (cm)_x \cdot total\ de\ pasadas_x \cdot 590}{altura\ del\ rapport\ (mm) \cdot Ne_x}$$

CONSUMO

El cálculo del consumo para un componente x de un género listado se determina del siguiente modo:

$$\%_x = \frac{g/m^2{}_x}{g/\ m^2{}_{tejido}} \cdot 100$$

Ejemplo: Calcular el consumo y los gramos por metro cuadrado para un tejido listado. La densidad de columnas es 12,7 columnas por centímetro.

	Pasadas	Altura (mm)	LM (cm)	Ne
A	20	11	0,263	25,0
B	52	30	0,281	24,3
A	14	8		
B	34	20		

$$g/m^2{}_A = \frac{12{,}7\ col/cm \cdot 0{,}263\ cm \cdot 34\ pasadas \cdot 590}{69\ mm \cdot 25\ Ne} = 38{,}84$$

$$g/m^2{}_B = \frac{12{,}7\ col/cm \cdot 0{,}281\ cm \cdot 86\ pasadas \cdot 590}{69\ mm \cdot 24{,}3\ Ne} = 107{,}99$$

$$g/m^2\ tejido = 38{,}84\ g/m^2{}_A + 107{,}99\ g/m^2{}_B = 146{,}83\ g/m^2$$

$$\%_A = \frac{38{,}84\ g/m^2}{146{,}83\ g/m^2} \cdot 100 = 26{,}45\%$$

$$\%_B = \frac{107{,}99\ g/m^2}{146{,}83\ g/m^2} \cdot 100 = 75{,}55\%$$

PROGRAMACIÓN DE LIGAMENTOS MEDIANTE PISTAS

Puede programarse las levas de acuerdo al tipo de malla que se desea obtener, un tipo de programación bastante común es por las levas de ascenso, que se detallan según el siguiente cuadro:

Elemento	Símbolo	Leva requerida
Malla		Leva de tejer
Malla cargada		Leva de retener
Flotante		Leva de anular
Desagujado	ó	

Explicación

En la fig. 161 se muestran 4 agujas con diferente altura de talón éstas se desplazan hacia la derecha y cada tipo de talón es recorre una pista y es accionado por una fila de levas, representada por la línea segmentada roja. De tal manera que la aguja de talón 1 es gobernada por la fila superior, la de talón 2, por la segunda pista, etcétera. Se presentan además 3 sistemas, cada uno de ellos con 4 pistas, para accionar el talón correspondiente.

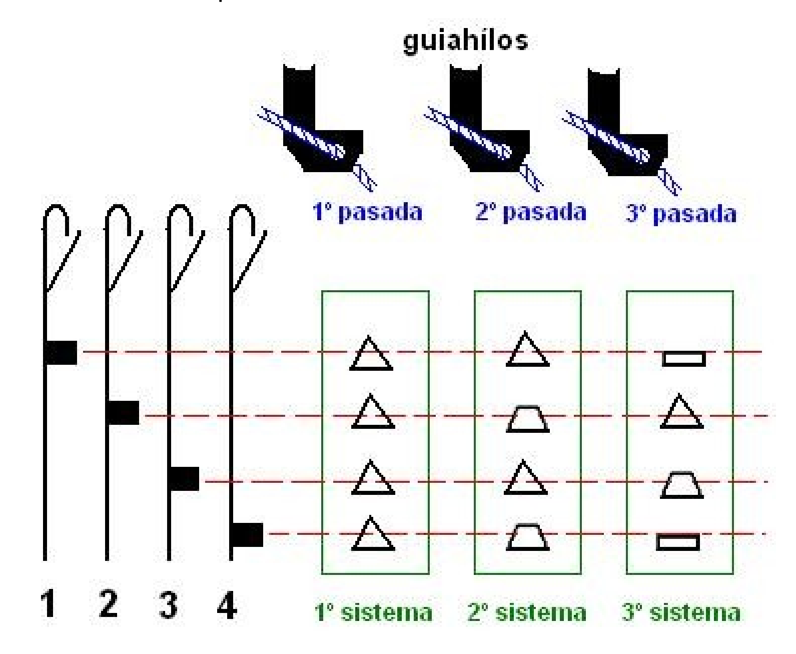


Fig. 161

Asimismo, en la parte superior de cada sistema hay guiahílos que entregan 1 hilo a las agujas, y cada hilo determina una cursa o pasada. Las levas de cada sistema le indican a las agujas el trabajo que deben realizar.

Así tenemos que en la primera pasada (en el primer sistema) las agujas realizan el siguiente trabajo:

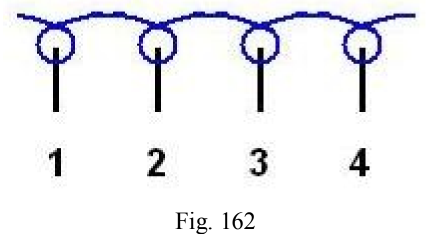


Fig. 162

En el segundo sistema la cursa queda definida así:

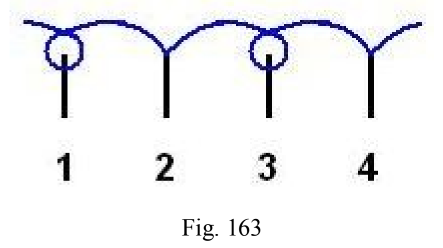


Fig. 163

Por último, en la tercera pasada, el hilo hace la siguiente evolución:

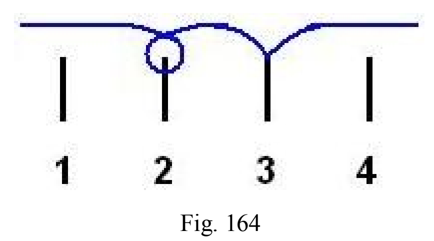


Fig. 164

Por lo tanto, de acuerdo a la programación de levas mostrada en la fig. 161, el ligamento obtenido es el que sigue:

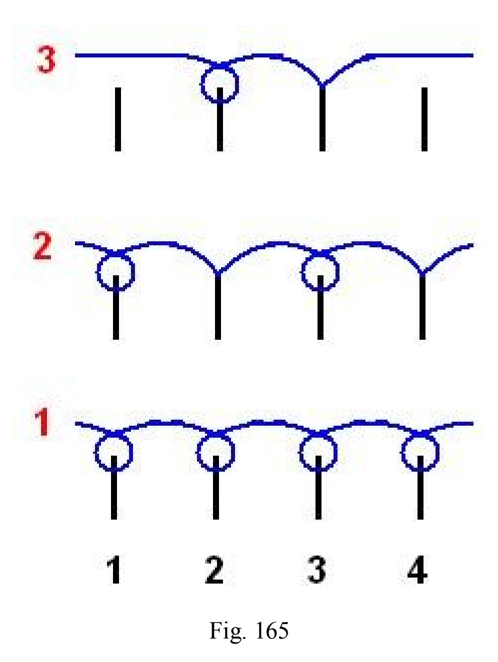


Fig. 165

CÁLCULOS EN LAS MÁQUINAS DE GÉNERO DE PUNTO

NÚMERO DE AGUJAS EN MÁQUINAS CIRCULARES

Si no se dispone del número de agujas de una máquina (dato tomado directamente de la placa), puede calcularse un valor aproximado con la fórmula:

$$número\ de\ agujas = \phi \cdot \pi \cdot E$$

Donde:

ϕ : Diámetro del cilindro en pulgadas

π : 3,1416

E : Galga de la máquina

Además, debe tenerse en cuenta la cantidad de agujas si la máquina fuese de dos fonturas.

Ejemplo 1: Máquina TERROT de doble fontura (cilindro y plato)

ϕ : 30”

E : 18

$\text{número de agujas} = 30" \cdot 3{,}1416 \cdot 18 = 1696{,}4 \cong 1696$ (en cada fontura)

$\text{número de agujas} = 1696 \times 2$

Ejemplo 2: Máquina JUMBERCA de una fontura

ϕ : 30”

E : 14

$\text{número de agujas} = 30" \cdot 3{,}1416 \cdot 14 = 1319{,}4 \cong 1319$

LONGITUD DE MALLA

Es fundamental la utilización de algún dispositivo de medición de la velocidad del hilo incluso cuando se usa alimentación positiva, con el fin de llevar a cabo un correcto ajuste. Existen dos sistemas de medición de la longitud de malla en máquina:

- **Medición de la velocidad del hilo.** Facilita la velocidad de alimentación y es adecuado para máquinas circulares con alimentación positiva.
- **Contador de la longitud.** Mide el total de la longitud de hilo alimentado desde que la máquina se pone en marcha hasta que se detiene.

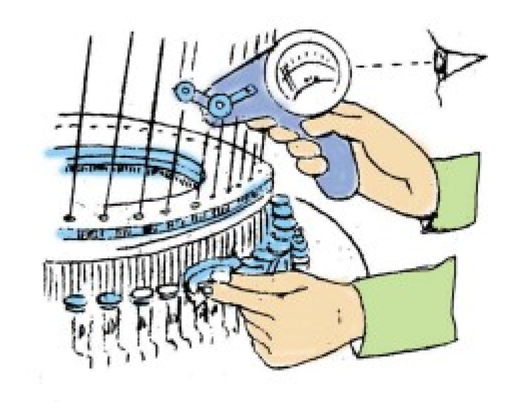


Fig. 166 Tacómetro para hilos



Fig. 167 Tensiómetro

La longitud de la malla debe ser comprobada con frecuencia. La frecuencia de comprobación depende de los cambios de artículo y materia prima, pero principalmente de la experiencia acumulada de casos anteriores de similares características surgirá el criterio que marque la pauta.

De manera general la longitud de malla se determina con la fórmula:

$$Longitud\ de\ malla = \frac{longitud\ de\ una\ cursa}{número\ de\ agujas}$$

Cálculo de la longitud de malla mediante contador de longitud del hilo

Para determinar la longitud de malla se divide la longitud de hilo consumida (usando un contador de longitud de hilos) en una revolución completa de la máquina entre el número de agujas de la misma que forman malla:

$$Longitud\ de\ malla = \frac{longitud\ del\ hilo}{número\ de\ agujas \cdot número\ de\ vueltas}$$

Por ejemplo, en una máquina circular de 1 fontura de 2216 agujas, al dar 20 vueltas el cilindro, se consumieron 142 metros de hilo, entonces la longitud de malla obtenida será:

$$\text{Longitud de malla} = \frac{142\ \text{m}}{2216\ \text{agujas} \cdot 20\ \text{vueltas}} = 0{,}0032\ m = 0{,}32\ cm$$

Cálculo de la longitud de malla mediante tacómetro de hilos (fig. 166)

Una manera de estimar la longitud de malla en una máquina circular es empleando la ecuación:

$$Longitud\ de\ malla\ (cm) = \frac{cm/min\ del\ hilo}{rpm\ cilindro \cdot número\ de\ agujas}$$

Por ejemplo, calcular la longitud de malla de una máquina circular de 2630 agujas (trabajando) que gira a 22 rpm, si la velocidad del hilo medida con el tacómetro indica 170 metros por minuto.

$$\text{LM (cm)} = \frac{1700\ \text{cm/min}}{22\ \text{rpm} \cdot 2630\ \text{agujas}} = 0{,}29$$

La longitud de la malla depende de la velocidad de entrada del hilo, por lo tanto, es importante que en una máquina circular todos los hilos ingresen con la misma velocidad. Como la velocidad de entrada de un hilo influye en la tensión que presenta justo antes de su tricotaje, también se puede determinar lo siguiente:

- Un hilo que ingresa con velocidad baja presenta tensión alta
- Un hilo que ingresa con velocidad alta presenta tensión baja

Se entiende entonces que la tensión de entrada del hilo en todos los alimentadores debe ser la misma para lograr la misma longitud de malla. De esta manera, si se controla que la tensión de los hilos sea homogénea, se asegura que todas las cursas tengan la misma longitud de malla, y por lo tanto, el tejido tendrá una apariencia más uniforme. Para efectuar el control de la tensión de los hilos se cuenta con los tensiómetros, como en la fig. 167.

Cálculo de la longitud de malla mediante cadena cinemática

También puede calcularse la longitud de malla si se dispone de la cadena cinemática, con ella podemos determinar la velocidad del hilo en el carrete y aplicar este dato en la fórmula tacométrica.

Por ejemplo, se tiene la cadena cinemática de la siguiente máquina:

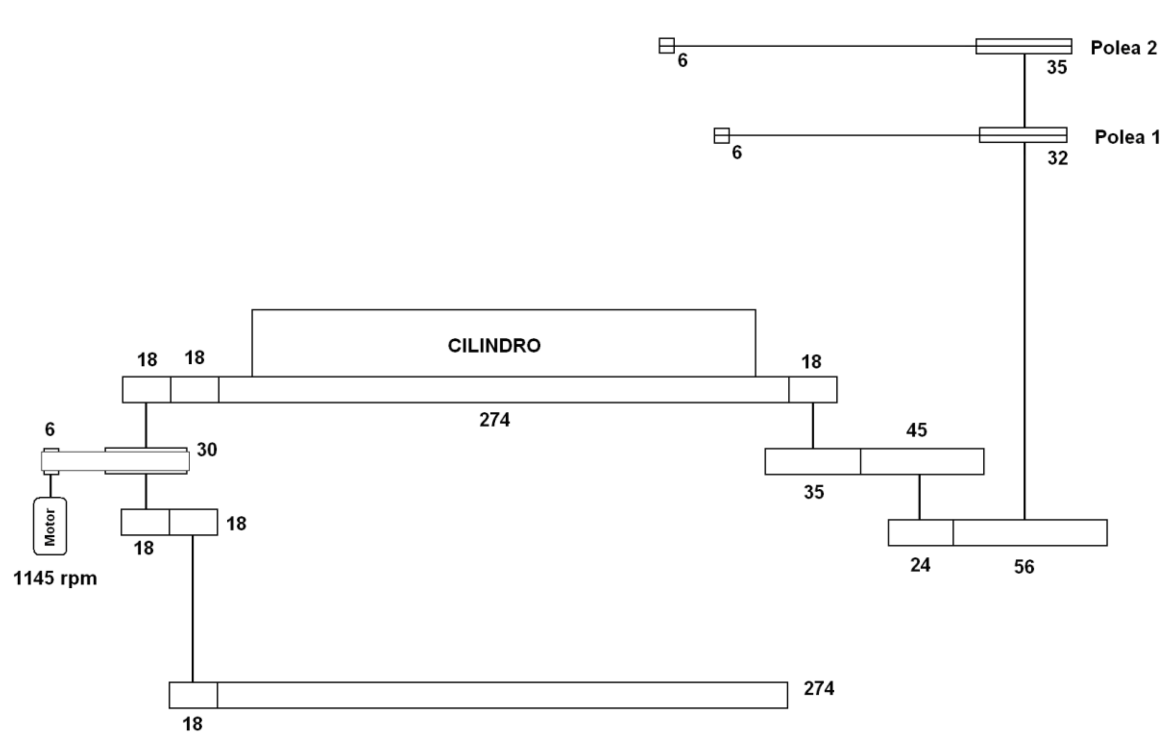


Fig. 168 Cadena cinemática de tricotosa ORIZIO J3SC

Datos

E	: 24
Diámetro	: 24”

Calcular:

1. Rpm del cilindro
2. Longitud de malla para los alimentadores de la polea 1

1. Cálculo de la cantidad de agujas

$\text{número de agujas} = 24" \cdot 3{,}1416 \cdot 24 = 1809{,}56 \cong 1809$

Esto equivale a decir que se forman 1809 columnas en la periferia del cilindro.

2. Cálculo de las rpm del cilindro

$$\text{rpm cilindro} = 1145\ \text{rpm} \cdot \frac{6}{30} \cdot \frac{18}{274} = 15$$

3. Cálculo de la longitud de malla

3.1 rpm del eje de alimentación

$$\text{rpm eje} = 1145\ \text{rpm} \cdot \frac{6}{30} \cdot \frac{18}{18} \cdot \frac{35}{45} \cdot \frac{24}{56} = 76{,}33$$

3.2 rpm del carrete de la polea 1

$$\text{rpm carrete} = 76{,}33\ \text{rpm} \cdot \frac{32}{6} = 407{,}11$$

3.3 Velocidad periférica del carrete (= velocidad del hilo)

$$\text{Velocidad del carrete} = 407{,}11\ \text{rpm} \cdot 3{,}1416 \cdot 6\ \text{cm} = 7674\ \text{cm/min}$$

3.4 Longitud de malla (= longitud de una cursa)

$$\text{LM (cm)} = \frac{7674\ \text{cm/min}}{15\ \text{rpm} \cdot 1809\ \text{agujas}} = 0{,}28$$

Ejercicio: Calcular la longitud de malla para los alimentadores de la polea 2 (de 35 cm de diámetro)

NÚMERO DE VUELTAS REQUERIDAS PARA UN KILAJE DE TEJIDO

Las máquinas actuales poseen un contador de revoluciones del cilindro donde se programa un número determinado de éstas, para alcanzar una producción (en kilogramos).

Primeramente debemos recordar algunos conceptos:

* Una cursa viene a ser la cantidad de hilo empleada al dar una vuelta completa la máquina. Se le llama también carrera o pasada.
* Los alimentadores (o número de sistemas) definen el ingreso – o alimentación – de un hilo a una zona de formación de mallas, para formar las cursas. Por ejemplo: en una máquina con 48 alimentadores habilitados, al dar una vuelta completa el cilindro ingresa 1 hilo por cada alimentador, es decir, se forman 48 cursas (pasadas) de mallas.

Cuando deseemos conocer la cantidad de vueltas necesarias para producir un rollo con un peso determinado, emplearemos la siguiente fórmula:

$$vueltas\ requeridas/rollo = \frac{kg/rollo \cdot Ne \cdot 169491{,}5}{LM\ (cm) \cdot n^{\underline{o}}\ agujas \cdot n^{\underline{o}}\ sistemas}$$

Es importante recalcar que **nº de agujas** se refiere a la cantidad de agujas trabajando para producir el artículo, no necesariamente viene a ser las agujas que se puede colocar a la máquina. Por ejemplo, en un rib 2x2 elaborado en una máquina doble fontura con 2262 agujas por fontura, se colocan para trabajar en cada fontura sólo 1508 agujas, y éste es el valor que debe colocarse en la fórmula.

MINUTOS NECESARIOS PARA ELABORAR UN ROLLO

Cuando se desea saber el tiempo que se emplea para la fabricación de 1 rollo de tela, se usa la ecuación:

$$min/rollo = \frac{vueltas\ requeridas/rollo \cdot 100}{rpm\ cilindro \cdot \%E}$$

KILOGRAMOS PRODUCIDOS EN UNA HORA

Es necesario conocer también cuál es la producción de una máquina que trabaja un artículo determinado, usando la fórmula:

$$kg/h = \frac{nº\ de\ agujas \cdot LM\ (cm) \cdot rpm\ cilindro \cdot nº\ sistemas \cdot \%E \cdot (3{,}54 \times 10^{-6})}{Ne}$$

Donde **nº de agujas** es la cantidad de agujas trabajando para producir el tejido.

Ejemplo de aplicación

Calcular las vueltas de máquina por cada rollo, los minutos empleados para producir un rollo y los kilogramos producidos en una hora, de acuerdo a los siguientes datos:

Máquina		**Tejido**	
Nº de agujas	: 1860	L.M (cm)	: 0,28
rpm del cilindro	: 25	Ne del hilo	: 24
Alimentadores	: 72	kg / rollo requeridos	: 20
% de eficiencia	: 85		

$$\text{vueltas requeridas/rollo} = \frac{20\ \text{kg/rollo} \cdot 24\ \text{Ne} \cdot 169491{,}5}{0{,}28\ \text{cm} \cdot 1860\ \text{agujas} \cdot 72\ \text{sistemas}} = 2169{,}6 \cong 2170$$

$$\text{min/rollo} = \frac{2170\ \text{vueltas requeridas/rollo} \cdot 100}{25\ \text{rpm} \cdot 85\%} = 102{,}1$$

$$\text{kg/h} = \frac{1860\ \text{agujas} \cdot 0{,}28\ \text{cm} \cdot 25\ \text{rpm} \cdot 72\ \text{sistemas} \cdot 85\% \cdot 3{,}54 \times 10^{-6}}{24\ \text{Ne}} = 11{,}75$$

Problema propuesto 1

Calcular las vueltas por rollo requeridas bajo estas condiciones:

Máquina	: 2640 agujas, 21 rpm, 96 sistemas
Tejido	: Jersey, LM = 2,75 mm, 20 kg/rollo
Hilo	: Algodón Ne 30/1

Respuesta: 1459 vueltas

Problema propuesto 2

Calcular las toneladas producidas en un año para una máquina circular, con los siguientes datos:

Máquina	: 30”, E24, 25 rpm, 96 sistemas, 85% de eficiencia
Tejido	: Jersey, 145 g/m^2, 18 pasadas/cm, 2,04 m ancho abierto
Hilo	: Algodón Ne 24/1
Condiciones de trabajo	: 3 turnos por día de 8 horas cada uno, 300 días al año.

Respuesta: 144,6 toneladas/año

Mapa conceptual

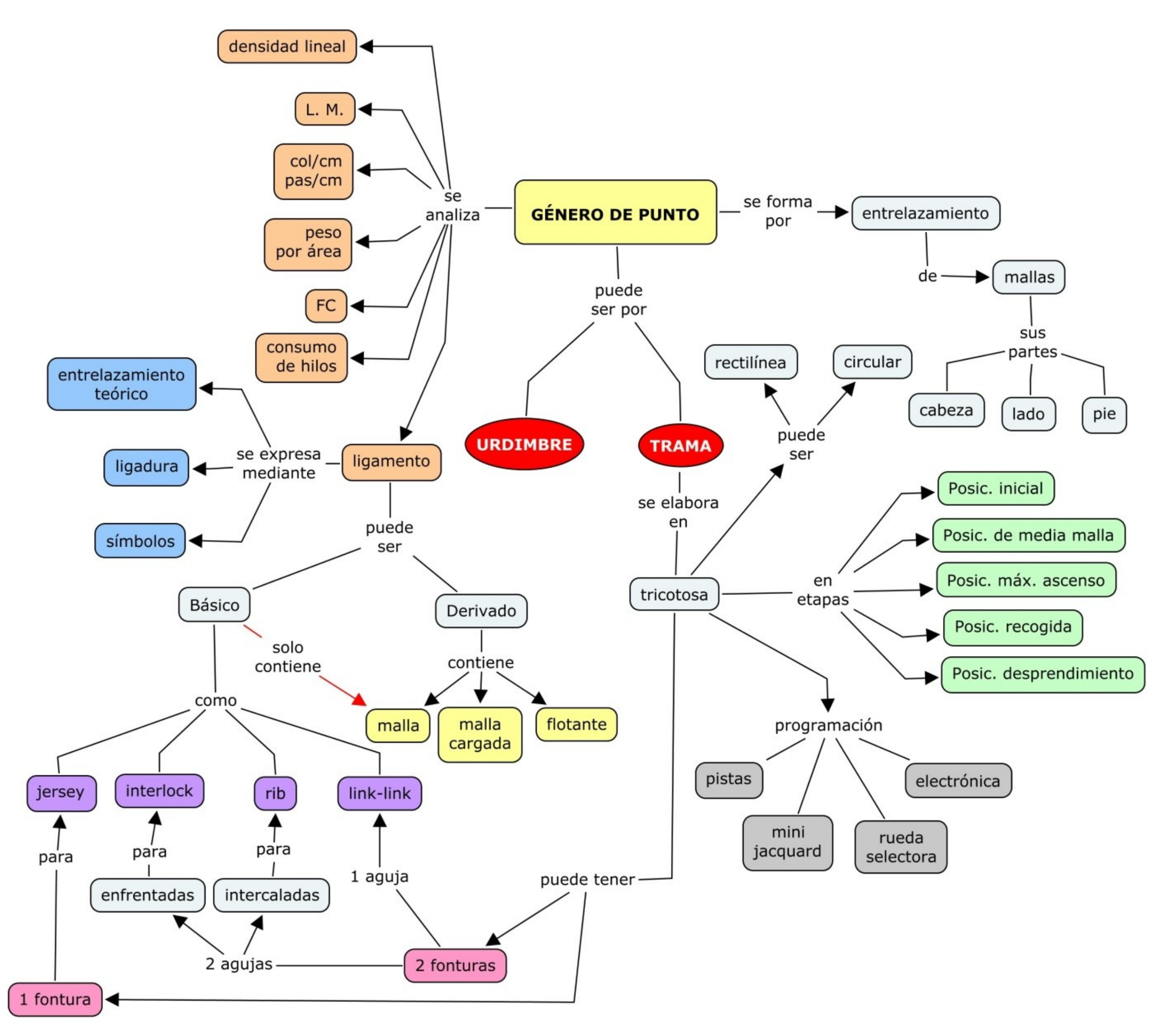


Fig. 169

FICHA DE ANÁLISIS PARA GÉNEROS DE PUNTO

Muestra

CARACTERÍSTICAS DE LOS HILOS

Densidad lineal (tex)
- Hilo 1 : ……………………
- Hilo 2 : ……………………
- Hilo 3 : ……………………

CARACTERÍSTICAS DEL TEJIDO

Densidad
- columnas / cm : ……………………
- cursas / cm : ……………………

g / m^2 (práctico) : ……………………

g / m^2 (teórico) : ……………………

Factor de cobertura : ……………………

Longitud de malla (cm)
- Hilo 1 : ……………………
- Hilo 2 : ……………………
- Hilo 3 : ……………………

Consumo (%)
- Hilo 1 : ……………………
- Hilo 2 : ……………………
- Hilo 3 : ……………………

LIGAMENTO

Tipo de tejido : ……………………

Análisis realizado por: ……………………………………..

FICHA DE ANÁLISIS PARA GÉNEROS DE PUNTO LISTADOS

Muestra	Pasadas	Altura (mm)	Peso (g)	Consumo (%)
Total				

TOTAL DE CONSUMO (%)	

Análisis realizado por: ……………………………………..

DEFECTOS DE TEJIDOS

En el proceso de inspección de los tejidos podemos encontrar muchos defectos, éstos se verifican en una pantalla, donde se facilita la visualización de los mismos. Obviamente, mientras menos fallas se encuentren en la tela, ésta será de mejor calidad y dejará satisfecho al cliente.

INSPECCIÓN DE TEJIDOS

Puede efectuarse e forma manual o en máquinas revisadoras, donde una persona observa el tejido que corre una velocidad de 5 a 10 metros por minuto.

Los defectos encontrados se registran en un formato, y se asigna un puntaje al rollo revisado, clasificándose como de primera o de segunda calidad, de acuerdo al requerimiento del cliente.

Es importante determinar la calidad de un rollo, pues de esa manera se evita el pase a los procesos siguientes de piezas defectuosas, que podría ocasionar gasto innecesario de insumos, energía, horas-hombre y horas máquina. Además, con un método adecuado de trabajo, pueden corregirse defectos de máquina en forma oportuna.



Fig. 170 Máquina revisadora para tejidos de calada y géneros de punto abiertos.



Fig. 171 Revisadora para géneros de punto tubulares. Presenta doble pantalla para cada lado de la tela.



Fig. 172 Revisadora para géneros de punto tubulares. Utiliza dos espejos que muestran ambos lados del tejido.

Las máquinas revisadoras disponen de un sistema de iluminación que permite proyectar luz blanca (usualmente del tipo CWF) sobre la tela de dos maneras:

- **Luz reflejada**

  Es muy útil cuando se desea observar defectos que aparecen sobre el plano del tejido, como motas, agujeros, hilos dobles, etc. Debe su nombre a que el haz de luz, proveniente del iluminante incide primero sobre la tela y luego se refleja hacia el observador, quien aprecia las fallas superficiales.

- **Luz transmitida**

  Cuando el haz de luz primero atraviesa el tejido y luego llega al observador. Se usa para apreciar mejor los defectos que aparecen *dentro* de la estructura de la tela, tales como barraduras, zonas claras u oscuras, mallas distorsionadas, etcétera.

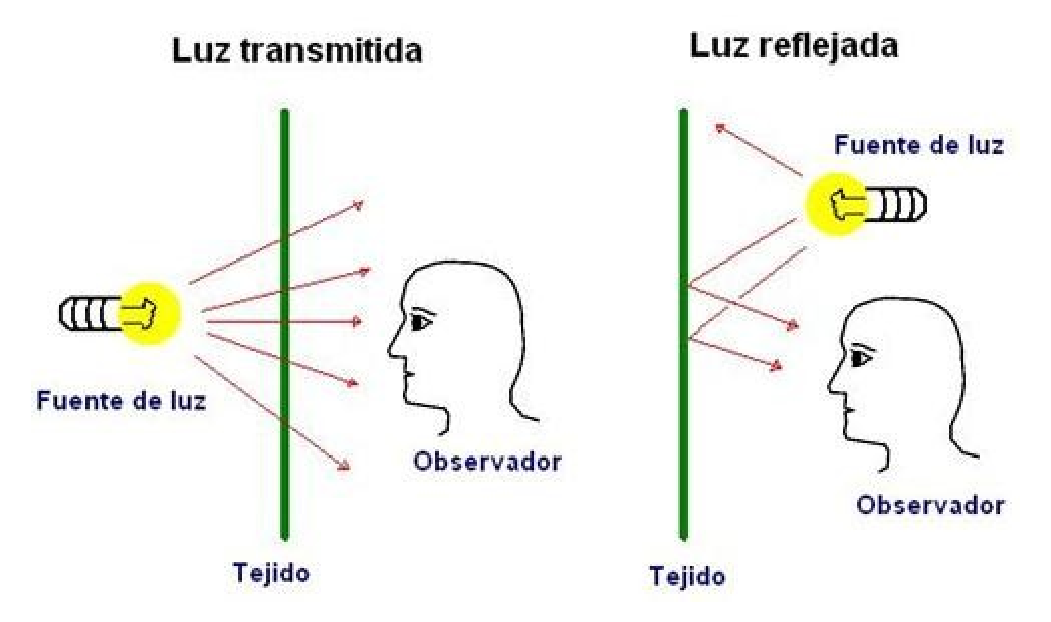


Fig. 173 Principios de inspección bajo luz transmitida y luz reflejada.

Asimismo, las revisadoras pueden contar también con una fuente de luz ultravioleta, tema que desarrollaremos a continuación.

LA LUZ ULTRAVIOLETA

Todos los procesos vitales que ocurren en nuestro planeta tienen como fuente original la energía solar que llega a la superficie terrestre. De manera directa o indirecta todos los organismos dependemos de este tipo de energía.

La luz del sol se compone de 40% de luz visible, el 55% de rayos infrarrojos (IR) y el 5% de rayos ultravioletas (UV).

Así pues, el espectro electromagnético consta de diferentes longitudes de onda dentro de las cuales se encuentra el espectro visible, íntimamente relacionado con el proceso fotosintético que realizan los vegetales y que sirven de primer nivel trófico para las complejas redes de las que depende toda forma viviente.

A diferencia del espectro visible y de los infrarrojos, la luz ultravioleta es capaz de alterar las propiedades de la materia viva expuesta a sus rayos. Afortunadamente, la capa de ozono envuelve nuestro mundo bajo una burbuja protectora efecto escudo, evitando la entrada de la luz ultravioleta con longitud de onda más corta (UV-C) que destruye el ADN bajo su foto inducción.

La luz ultravioleta es la causa principal de la decoloración y del deterioro de los materiales; y la UV-B se relaciona con la causa de quemaduras solares y cáncer de piel.

Tipos de luz UV

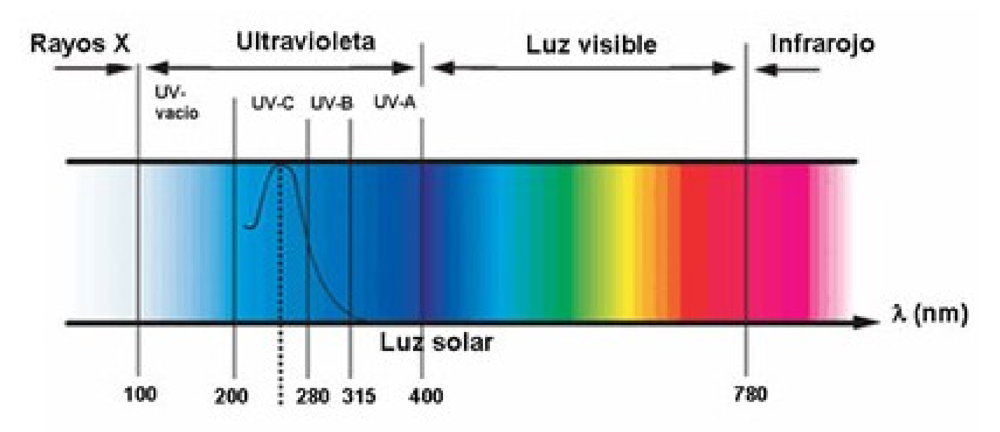


Fig. 174 Espectro de los colores según su longitud de onda. Se aprecia la zona UV.

Las radiaciones UV se manifiestan en tres bandas o frecuencias:

UV-A (onda larga) es la radiación justo debajo de la porción violeta de espectro visible y consiste en aquellas ondas entre los **315 y 400 nm**. La radiación **UV-A** es invisible al ojo humano y es la menos destructiva.

UV-B (onda media) es la radiación que abarca ondas **entre los 280 y 315 nm**. Este tipo de radiación es biológicamente destructiva y la exposición directa en humanos puede causar daños y quemaduras a la piel.

UV-C (onda corta) es la radiación que aglutina las ondas **entre los 100 y 280 nm**. Este tipo de radiación no se encuentra de forma natural ya que es absorbida por la atmósfera terrestre, pero si puede ser fabricada de forma artificial. Por ejemplo, el arco que se produce en una soldadora eléctrica produce UV-C. También es producida por luminarias UV que se fabrican para la esterilización médica, doméstica y acuarios.

EMPLEO DE LA LUZ UV EN LA INDUSTRIA TEXTIL

La luz ultravioleta permite detectar en el hilo y el tejido algunos defectos no visibles bajo la luz normal como:

- Marcas o manchas por aceite.
- Hilos infiltrados / mezcla de lotes
- Fibras inmaduras y/o muertas.

Manchas por aceite

Los aceites empleados en la lubricación de la maquinaria presentan aditivos que son pigmentos especiales, que sometidos bajo luz UV emiten fluorescencia; esta propiedad permite identificar si una mancha en un tejido tiene un origen acuoso (mancha por agua) u origen aceitoso.

La identificación del origen de una mancha es importante, pues de ella dependerá la ruta que debe seguir el tejido en los siguientes procesos en la tintorería: las manchas por agua se remueven fácilmente con un lavado simple, mientras que las manchas por aceite requieren un tratamiento con un desengrasante y un jabonado enérgico, según sea la gravedad.

Hilos infiltrados / mezcla de lotes

Ocurre algunas veces que durante la tejeduría, sea de calada o de punto, se trabajan hilos blanqueados químicamente (por peróxido de hidrógeno) y por error – sea del tejedor, almacenero, conero, o etiquetador – se mezclan con hilos con blanqueador óptico, o viceversa. Basta un sólo hilo erróneamente colocado, para echar a perder varios metros – sino rollos enteros – de tela.

Asimismo, cuando se trabajan hilos crudos y lotes diferentes de éstos se mezclan en el telar, se genera un gravísimo defecto que se hace visible solamente cuando el tejido se tiñe, pues la afinidad tintórea de un lote de hilo es sutilmente diferente a otro. También puede ocurrir que se mezclen hilos de diferente densidad lineal (título o número), de diferente torsión (sentido, número de vueltas, o α). Estos casos son es el origen de los barrados y anillados en la tela.

Muchas veces con el empleo de la luz ultravioleta puede detectarse una mezcla no intencional de lotes hilos, pues esto resplandecen de manera diferente bajo la acción de esta luz.

Fibras inmaduras y/o muertas (para el algodón)

Las fibras muertas e inmaduras presentan una nula o delgada pared secundaria, debido a su incompleto desarrollo. La escasa celulosa en estas fibras no alcanza el tono requerido luego del teñido, mostrando menor coloración respecto a las fibras normales. Como consecuencia de esto, se muestra el tejido con pequeños puntos claros (sin teñir), perjudicando gravemente la apariencia del mismo.

Antes del teñido puede preverse este defecto, pues vistas bajo la luz ultravioleta, las fibras muertas e inmaduras presentan cierta fluorescencia. Una identificación oportuna permite destinar los tejidos afectados para colores muy claros, o para blancos.

¿Dónde y cuándo emplear la luz ultravioleta?

La inspección mediante el empleo de la luz UV se lleva a cabo cuando se sospecha o duda en los casos anteriores. Puede realizarse en la revisadora de telas, en una caja de luces o bien con un equipo manual.


Fig. 175 Revisadora para tejidos abiertos


Fig. 176 Caja de luces para evaluación de color


Fig. 177 Lámpara UV portátil

CLASIFICACIÓN DE LOS DEFECTOS

Los defectos de los tejidos se clasifican según su origen, pudiendo ser ocasionados por:

- Fallas originadas en la hilandería
- Fallas originadas en la tejeduría (o en la preparación a ésta)
- Fallas originadas en la tintorería y el acabado
- Fallas varias

DEFECTOS ORIGINADOS EN LA HILANDERÍA

Se deben a que la materia prima (hilado) ya trae consigo ciertos defectos, que no se pueden disimular y le son transmitidos a la tela, desfavoreciendo su apariencia. Entre los principales tenemos:

- **Motas**. Aglomeraciones anormales de fibras en forma de puntos visibles, generalmente como puntos de tonalidad distinta al fondo.
- **Engrosamiento**. Aumento del grosor en el hilo debido a un mal empalme en la hilatura.
- **Impurezas**. Presencia en el hilo de materias extrañas, no eliminadas durante la limpieza de las fibras.
- **Hilo sucio**. Hilo ensuciado en la hilandería.
- **Hilo irregular**. Irregularidad en la sección transversal del hilo, observable en el tejido.
- **Retorcido defectuoso**. Defectos de retorcido o doblado, consistente en hilos con cabos de más o menos, enredos, hebras individuales cortadas y enroscadas sobre las otras, etc.
- **Fibras mezcladas**. Fibras extrañas mezcladas con el hilo, de diferente naturaleza o coloración.

DEFECTOS ORIGINADOS EN LA TEJEDURÍA

Ocurren al elaborarse el tejido, pueden deberse a una mala regulación de la máquina, a elementos defectuosos de la misma, o a un error del operario.

Este tipo de fallas, según el tipo de tecnología empleada para elaborar la tela, pueden ser:

DEFECTOS PROPIOS DE LA TEJEDURÍA DE CALADA

- **Agujero**. Agujero en el tejido, producido por roturas de hilos de urdimbre y trama.
- **Barra cerrada**. Defecto que se presenta en una pequeña longitud del tejido, producido por un mayor número de pasadas por unidad de longitud.
- **Barra abierta**. Defecto que se presenta en una pequeña longitud del tejido, producido por un menor número de pasadas por unidad de longitud.
- **Barrado**. Repetición regular o irregular de barras abiertas y/o cerradas producidas por falla del regulador.
- **Colas**. Extremos sobrantes de hilo, más largos de lo aceptable, que quedan al anudarlo.
- **Colas**. Extremos sobrantes de hilo, más largos de lo aceptable, que quedan al anudarlo.
- **Destrozo**. Defecto provocado por la rotura de un número considerable de hilos de urdimbre en una zona limitada del tejido.
- **Faja floja o tensa**. *(Preparación a la tejeduría)* Marca ancha en el tejido, motivada por una diferente tensión de una faja del urdido seccional (indirecto).
- **Falla de dibujo**. Longitud del tejido en la cual el entrelazamiento de los hilos no es el establecido.
- **Falta de trama**. Zona del tejido donde falta el hilo de trama en todo el ancho.
- **Hilo cambiado**. Defecto producido al reparar una rotura entre la urdimbre con un hilo de características diferentes.
- **Hilo flojo**. Hilo sin tensión que se extiende solamente algunos centímetros, producido generalmente por el arreglo defectuoso de una rotura.
- **Hilo flojo continuo**. *(Preparación a la tejeduría)* Marca en el tejido producida por hilos prominente sobre la superficie del mismo debido a que poseen menos tensión que el resto.
- **Hilo flotante**. Lugar en el tejido en el cual uno o varios hilos o pasadas quedan flotantes debido a no haberse entrecruzado como debían.
- **Hilo interrumpido**. Ausencia de un tramo de hilo de urdimbre.
- **Hilos mezclados**. *(Preparación a la tejeduría)* Hilos de urdimbre o de trama de diferente composición, título, torsión, color o tonalidad.
- **Hilo tenso**. *(Preparación a la tejeduría)* Marca en el tejido debido a que uno o más hilos en la urdimbre poseen más tensión que el resto.
- **Lágrimas**. Defecto del tejido caracterizado por pequeñas desviaciones elípticas de una o más pasadas de trama.
- **Mal remetido**. *(Preparación a la tejeduría)* Anormalidad en el dibujo de un tejido debido a un error en el remetido.
- **Mancha de tejeduría**. Manchas producidas en la tejeduría (aceite, grasa, óxido, etc.).
- **Manchas de engomado**. *(Preparación a la tejeduría)* Manchas de contorno irregular que se observan en el tejido, son debidas a un engomado excesivo de la urdimbre.
- **Marca de peine**. Línea longitudinal, producida por un espaciado irregular de los hilos de urdimbre.
- **Marcas de templazo**. Pequeños agujeros o marcas adyacentes al borde del tejido, causados por los templazos.
- **Marcas de turno**. Defecto producido por el alargamiento de los hilos en el telar, debido al reposo en tensión de los mismos durante largos períodos.

- **Materias extrañas**. Material extraño tejido dentro de la tela por accidente (manojos de hilado, borras, etc.).
- **Orillo defectuoso**. Defecto en el orillo, causado por hilos mal pasados, mayor o menor tensión de la adecuada, demasiados o pocos hilos, partes angostas, partes donde se separa de la tela, cortes, roturas, etc.
- **Pasada mal buscada**. Alteración en el dibujo del tejido debido a no haberse buscado la pasada.
- **Pelotitas**. *(Preparación a la tejeduría)* Pequeñas motas esféricas producidas sobre los hilos de urdimbre como resultado de insuficiencia de goma y la consiguiente abrasión del hilado.
- **Trama reintroducida**. Restos de trama que son llevados dentro de la tela hasta cierta distancia del borde.
- **Trama rota**. Falta de una trama, total o parcial.
- **Trama sucia**. Zona del tejido en la cual el hilo de trama está sucio.

La Norma Técnica Peruana *NTP 231.016 Terminología y Definiciones Relativas a Fallas en los Tejidos* contempla la nomenclatura recomendada para las fallas de los tejidos de calada.

DEFECTOS PROPIOS DE LA TEJEDURÍA DE PUNTO

Las máquinas circulares pertenecen a la categoría de mecánica fina y forman grupo con los relojes, pero además de la obvia diferencia de tamaño, el problema de las máquinas circulares es la necesidad de reajustar constantemente sus mecanismos, ya que se utilizan materias diferentes, se buscan artículos de diferentes pesos y diferentes secuencias de trabajo.

El objetivo es conseguir unas condiciones de trabajo óptimas para la formación de las mallas en cada uno de los ligados que se realizan, y que la máquina circular funciona como un conjunto donde todo se interrelaciona y tiene su importancia, desde el cono hasta el enrollado de la pieza.

Cualquier defecto, sea de la alimentación, de ajuste de los elementos de formación, de secuencia de trabajo, de mantenimiento incorrecto o de estiraje, repercutirá en el tejido.

Para determinar las diferentes fallas en los géneros de punto, se usa generalmente las siguientes terminologías:

- **Agujeros**. Ocasionados por reventones o roturas de hilo. Se producen como resultado de un excesivo descenso en la posición de desprendimiento en la formación de la malla, rompiéndose por ello el hilo. En algunos casos, si tienen menos de 1 cm de longitud se les denomina *picaduras*.

  Los agujeros – sean grandes o pequeños – son los que poseen una mayor influencia en la clasificación de las piezas del tejido, muchas veces son factores determinantes en la evaluación que se lleva a cabo.

  Sus posibles causas son:

  - Guiahílos mal ajustados
  - Puntos débiles en el hilo que se rompen en la formación de la malla
  - Nudos en el hilo
  - Tensión de entrada del hilo demasiada alta
  - Leva de formación mal graduada, que provoca una tensión excesiva
  - Agujas deterioradas
  - Incorrecto centrado entre agujas del plato y del cilindro
  - Agujas muy ajustadas en los canales

- **Pérdidas de punto**. Llamadas también mallas caídas. Son debidas normalmente a agujas defectuosas, o también a una entrega imperfecta del hilo en el proceso de la formación de la malla, ocurre cuando las mallas ya formadas salen de las agujas antes de tejer la pasada siguiente, originando que no se llegue a producir la formación de las nuevas mallas en esa posición

  Sus posibles causas son:

  - Agujas en mal estado (gancho demasiado abierto)
  - Guiahílos mal ajustados. Se recomienda una distancia de 0,5 mm a 1 mm.
  - Guiahílos mal enhebrados (mala posición del hilo en el alimentador)
  - Estiraje incorrecto
  - Hilo demasiado seco (áspero)
  - Insuficiente tensión del hilo

- **Mallas desprendidas**. Llamadas caídas de tela, son el resultado de una serie de mallas caídas secuencialmente. Esto ocurre al faltar la alimentación del hilo debido a la rotura del mismo.

- **Mallas cargadas**. Se presentan a causa de mallas que no han desprendido o que lo han hecho de manera incorrecta. Se manifiestan en bucles de mallas cargadas no intencionadas.

  Se les conoce también como patas de gallo. Sus posibles causas son:

  - Hilo poco o mal parafinado
  - Insuficiente subida de la aguja, no permitiendo la salida de la malla anterior del gancho
  - Estiraje incorrecto

- **Mallas remontadas**. Se presentan como si se tratara de un rosario de nudos que aparecen en forma de atabillado irregular a lo ancho del tejido. Sus causas posibles son:

  - Puntos gruesos en el hilo
  - Estiraje demasiado flojo

- **Barrados o líneas verticales**. Se nota como si fueran surcos irregulares a lo largo del tejido. El espacio entre las columnas de mallas adyacentes es irregular, rompiendo la uniformidad del tejido.

  Las líneas verticales son otras de las fallas características en los géneros de punto, si la persona encargada de la producción no se encuentra atenta, estas líneas pueden persistir a lo largo de docenas de metros y perjudica una apreciable cantidad del tejido.

  Suelen ser a menudo consecuencia de:

  - Agujas torcidas, ganchos o lengüetas defectuosas
  - Platinas en mal estado
  - Hilo demasiado delgado para la galga de la máquina
  - Agujas muy duras o muy flojas en sus canales
  - Mezcla en la máquina de agujas de diferente proveedor
  - Falta o exceso de lubricación

- **Barrados o líneas horizontales**. Se originan por irregularidades en las pasadas, y se presentan de forma transversal en el tejido, en el que se repiten de forma regular o irregular, según los casos.

  Pueden tener una gran de variedad de causas:

  - Guiahílos mal ajustados
  - Diferencia de tensión de entrada del hilo
  - Formación desigual en todos los sistemas
  - Hilo diferente en algún sistema
  - Consumo irregular en algún sistema
  - Desnivelado horizontal de la máquina
  - Hilo de mala calidad
  - Mecanismo enrollador defectuoso
  - En géneros vanisados, rotura no detectada de una lycra en el sistema.

- **Mallas distorsionadas**. Producen un tejido con apariencia muy irregular. Donde más destacan es en los jersey de un solo color. El tejido presenta un aspecto como agrietado, no es un problema tan grande como la producción de agujeros, pero si lo vemos desde el punto de vista de la competitividad del producto, deberemos de tratar de evitar este tipo de fallas que afecta de todas maneras a la apariencia del tejido.

  Normalmente estas mallas son el resultado de:

  - Un mal ajuste de los elementos de tisaje; en especial, de irregularidades en la relación de desprendimiento de mallas entre cilindro y plato y de un sistema a otro.
  - Agujas defectuosas o dobladas
  - Agujas muy duras o libres en los canales

- **Contaminación**. Consiste en fibras sueltas, grupos de fibras o tramos de hilo de color o de naturaleza extraños al hilo que se procesa, que se adhieren al mismo y se tejen en el tejido que se está elaborando, siendo muy difícil su eliminación posterior. Ocurre cuando la sala de tisaje es contaminada por acción de la borra de otras máquinas, las fibras pueden volar de una máquina a otra. En fábricas que produzcan tejidos a colores o piezas de tejidos de distintos colores a la vez, el riesgo de contaminación es evidente.

- **Enganchones, desfibrados**. Son defectos que casi se presentan con los hilos de filamento. Aparte de la sensibilidad de este tipo de hilo, los esfuerzos mecánicos durante el tejido son los principales causantes de este defecto; debiendo evitarse al máximo las causas que provoquen un esfuerzo mecánico del hilo, como pueden ser rugosidades en los elementos del guiahílos, agujas, rodillos de estiraje, etc.

- **Manchas de aceite**. Suelen ser lineales (rayas verticales) o en forma de gotas, debidas a defectos en el sistema de engrase de la máquina o por acumulación de aceite en el cilindro. El aceite que ocasiona las manchas puede estar limpio o sucio (mezclado con pelusa).

- **Manchas de suciedad.** Debidas a la mala manipulación del rollo de tela.

- **Nudos**. Cuando se hacen cabeceos al unir dos hilos de punta a punta, dejan un hilo después del nudo y éste es un defecto en la tela que se nota como parte gruesa.

- **Falla de diseño**. Debido a un error en la programación en el dibujo del tejido.

BIBLIOGRAFÍA

- Bulletin PLATT. Volume 11 Number 9.
- Castelli, Giovanni; Maietta, S; Sigrisi, G; Slaviero, I. *La tessitura*. Fondazione ACIMIT. 2000.
- Mazza, Carmine; Zonda, P. *La maglieria*. Fondazione ACIMIT. 2002.
- Recasens Ariza, José Mª. *Aplicación práctica del control de calidad en el tisaje*. Asociación de Investigación Algodonera.
- Rocca Lleonart, Isidro. *Tecnología del diseño en el tejido de calada*. Universitat Politècnica de Catalunya. 1998.

FUENTES ELECTRÓNICAS

- *Curso básico de máquinas circulares de gran diámetro* [en línea] <http://www.maquinascirculares.com> [consulta: 10 de enero de 2010]
- Fundación Wikimedia, Inc. *Wikipedia, la enciclopedia libre* [en línea]. Consultas varias. <http://es.wikipedia.org>
- Lockuán Lavado, Fidel. *Libros textiles gratuitos* [en línea]. <http://fidel-lockuan.webs.com> [consulta: 27 de julio de 2012]
- Real Academia Española. *Diccionario de la Real Academia Española* [en línea]. Consultas varias. <http://www.rae.es/rae.html>
- William Lee Innovation Centre. *Knowledge for innovation* [en línea]. <http:// http://www.k4i.org.uk> [consulta: 28 de agosto de 2012]